

ELECTUS '92  
OBSAH

Je těžké být prorokem	1
WARC 1992	2
<b>Jednoduchá zapojení</b>	
I. Náměty z rubriky R15 (Tranzistorový budík)	3
II. Jednoduchá zapojení pro úplné začátečníky (Zvuková indikace jasu, Signální minigenerátor, Zesilovače)	4
III. Pro hry i praxi (Přístroj pro akupunkturu, Regulátor napětí, Jednoduchý VOX, Bezpečnostní „zpětné“ světlo, Senzorové tlačítko, Časový spínač, Elektronický dispečer, Ní předzesilovač, Tremolo s LED)	5
IV. Letní činnost (Generátor pro modeláře, Mírumilovná myši past, Elektronická sířena, Víceúčelové poplachové zařízení, Kapacitní sonda)	13
V. A co víc: (Integrovaný přijímač SV)	19
Otáčející se výstražné světlo	20
Stavebnice radioamatérských zařízení ve světě	21
<b>Měřicí technika</b>	
Vf generátor 10 kHz až 200 MHz	22
<b>Technika radioamatérského sportu</b>	
Minitransceiver 145 MHz TRP-4	42
Gigantická anténa Yagi pro 14 MHz	52
Centrum zpráv Afriky	52
<b>Historie</b>	
Marconi	53
Z historie rozhlasové techniky	54

ELECTUS '92  
Příloha časopisu  
Amatérské radio

Vydal **MAGNET-PRESS Praha**, redakce Amatérské radio. Adresa redakce: Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51 – 7. Šéfredaktor L. Kalousek, OK1FAC. Redaktoři: Ing. P. Engel, Ing. J. Klabal, OK1UKA, I. 353, Ing. J. Kellner, P. Havliš, OK1PFM, I. 348. Sekretářka redakce T. Trnková, I. 355. Vytisklo Naše vojsko, závod 08, Vlastina 889/23, Praha 6.

Za původnost a správnost příspěvku ručí autor.

© Vydavatelství **MAGNET-PRESS s. p.**, Praha.  
ISSN: 0862-9943 Cena: 15 Kčs

## Je těžké být prorokem

Ing. Viktor Křížek, OK1XW

Platnost tohoto rčení jsem si jasně uvědomil při čtení zpráv o úspěchu kosmonautiky v souvislosti s velkolepou cestou meziplanetární sondy Voyager 2 a při vzpomínce na článek, který jsem objevil ve Štěpánkově časopise Radioamatér z roku 1923. Bude snad proto zajímavé i pro naše čtenáře zopakovat hlavní body těchto zpráv.

## „Velká cesta“

Počátkem sedmdesátých let se u amerických astronomů zrodila myšlenka využít mimořádného uspořádání vnějších planet Jupitera, Saturnu, Uranu a Neptunu k vyslání meziplanetární sondy, která by využila mimořádnou konstelaci planet, která se opakuje jednou za 179 let. Všechny tyto planety jsou v takovém případě na jedné straně od Slunce a je proto možné dostat se do jejich blízkosti bez velkých energetických nároků a ke změně letového kursu a dalšímu urychlení sondy se využije gravitační síla navštívených planet. Plán připravený NASA dostal název Velká cesta a původně byl schválen ve skromnější verzi jen pro let dvěma sondami ke dvěma planetám Jupiter a Saturn. Soudy nazvané Voyager 1 a Voyager 2 odstartovaly krátce po sobě v létě 1977. Soudy

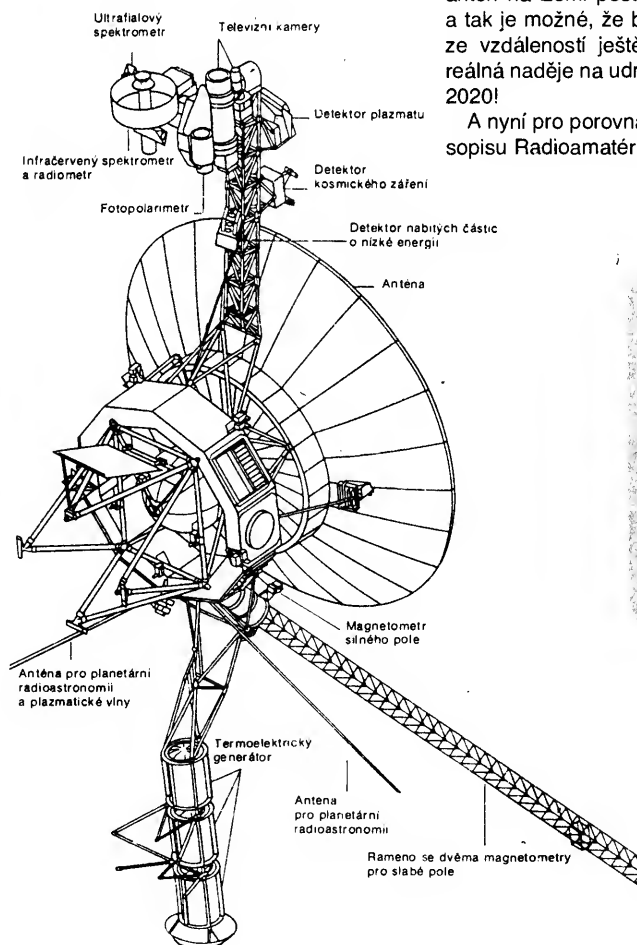
byly velmi úspěšně navigovány a po průletu první sondy Voyager 1 kolem Saturnu i jeho měsíce Titanu bylo možné Voyager 2 po průletu kolem Saturnu nasměrovat k Neptunu a jeho měsíci Tritonu.

Dne 24. srpna 1989 prolétla sonda Voyager 2 v blízkosti planety Neptun s maximálním přiblížením na 4870 km a dále i v blízkosti jeho měsíce Tritonu. Sonda při tom pořídila řadu televizních záběrů a nashromáždila značné množství dalších údajů. Všechny údaje byly prostřednictvím vysílačů sondy předány do kalifornského řídicího centra. Zde je třeba připomenout, že údaje byly na Zemi vyslány ze vzdálenosti třicetinásobku naší vzdálenosti od Slunce, z prakticky nejvzdálenějšího místa v sluneční soustavě, ze čtyř a jedné třetiny miliardy kilometrů, kdy rádiový signál na svoji cestu k Zemi potřebuje čas delší než 4 hodiny!

Sonda je vybavena nukleárním generátorem proudu s původním výkonem 480 W. Po dvanácti letech činnosti jeho výkon poklesl asi na 400 W. Tímto generátorem jsou kromě vysílačů napájeny i další agregáty sondy včetně palubního počítače a televizních kamer.

Nyní je sonda Voyager 2 již třetí rok na cestě vně sluneční soustavy. Dosavadní výkon nukleárního generátoru i zásoby hydrazinu pro stabilizační motorky a nasměrování antén na Zemi postačí ještě na mnoho let a tak je možné, že budou přijímány signály ze vzdálenosti ještě mnohem větších. Je reálná naděje na udržení spojení až do roku 2020!

A nyní pro porovnání slíbený článek z časopisu Radioamatér z r. 1923:



Sonda Voyager. Má hmotnost 825 kg a v jejích elektronických zařízeních je obsaženo na pět miliónů elektronických součástek. Energii získává ze tří termoelektrických plutoniových článků (obr. převzat z časopisu 100+1 ZZ č. 24/89)

## „O nemožnosti spojení s Martem“

G. Marconi podniknul na podzim loňského roku druhou plavbu na své plovoucí laboratoři, yachtě „Elektre“. Výprava měla za úkol konati pokusy v zaoceánské telefonii a v rychlotelegrafii, hlavním však účelem bylo pokud možno přesné prostudování tajemných signálů radiotelegrafických, přisuzovaných stanicím na Martu. Roku 1924 ocitne se Mars v nejbližší vzdálenosti od Země, tj. asi 56 milionů kilometrů.

Není sice pravdou, jak tvrdily mnohé listy, z nichž na prvním místě Daily Mail, že se Marconi sám domníval, že ony tajemné signály pocházejí od obyvatel Martu, nýbrž jen nevyučoval, že na Martu neb na jiné planetě vznikají jevy. elektromagnetické, působící poruchy na pozemských stanicích.

Je možné přijímati radiotelegrafické signály s Martu aneb s jiných planet anebo je posílají se Země na tyto planety? Jinými slovy: Je možné uskutečnit meziplanetární radiotelegrafické spojení? Věda a technika na tuto otázku odpovídá souhlasně, že to možné není.

Proberme si krátce tento problém s technického stanoviska. Vzdálenost Martu od Země mění se během slunečního roku od 56 milionů kilometrů do 320 milionů. Předpokládáme-li, že obyvatelé Martu mají stejně citlivé radiotelegrafické přijímací stanice jako my, můžeme si vypočítati, jaké energie by bylo třeba k překlenutí zmíněné vzdálenosti. Prostý výpočet přesvědčí každého o nemožnosti ba pošetilosti záměru uskutečnit takové meziplanetární spojení pomocí radiotelegrafie.

Nejmocnější do nedávna radiotelegrafická stanice na světě, Nauen, může vyslati zprávy na největší možnou vzdálenost na Zemi (to jest až k protinožcům) 20 000 km, pracuje-li s energií 400 kW v anteně. Ale toto spojení je možné jen tehdy, jsou-li přístroje uzemněny a je-li elektrická vlna, tak řečeno, vázána na povrch zemský. Bezdrátová telegrafie – ač je telegrafii v eteru, je současně také telegrafii zemí. Kdyby vysílací přístroje nauenské nebyly uzemněny, tu místo působnosti na 20 000 km bylo by možno vysílati zprávy jen na necelých 100 km! Nemajice zemního spojení s dotýčnou planetou, měli bychom spojení čistě jen etherem bez zpětného vedení, čímž by se ohromně zmenšil dosah její působnosti.

Měla-li by se pozemská stanice – předpokládáme třeba Nauen – spojit s Martem, když je vzdálen jen 56 milionů kilometrů (uvažujeme, že se působnost vysílací stanice zmenšuje se čtvercem vzdálenosti) – bylo by třeba, aby místo se 400 kW v anteně vysílala energie 125 trilionů 440 miliard kW, rovnajícími se 170 trilionům 598 miliard HP. Předpokládáme pro zajímavost, že energii 1 kWh bylo by možno vyrobti asi z 1 kg, tu k vyvinutí zmíněného fantastického množství elektrické energie po dobu jedné hodiny bylo by spotřebováno stejné množství kilogramů uhlí. Bylo by tedy k vyslání radiotelegrafické depeše, čítající 60 slov, na Mars – doba vysílání 1 minuta! – spotřebováno asi 2 miliardy a 91 milion tun uhlí. Ve dvou minutách by vysílací stanice sama shltla tolik uhlí, co se jej za celý rok spotřebovuje na celé Zemi. A to předpokládáme, že by se vysílání dělo v oné krátké periodě, v níž je Mars nejbližší zemi. Což teprve, kdyby se nalézal ve vzdálenosti 320 milionů km! Pak by bylo nutné vhnout do anteny 4 kvadriliony, 96 trilionů kW!!

Tolik zkrácený článek z časopisu Radioamatér ze září 1923, podepsaný pseudonymem „Elektron“. Inu, je skutečně těžké být prorokem!

## „World Administrative Radio Conference“ 1992

Světová konference – WARC 92 ukončila svou práci podpisem závěrečného dokumentu ve španělském městě Torremolinos 3. 3. 1992. Na konferenci se zúčastnilo více jak 1400 delegátů ze 127 zemí z celkového počtu 166 členů ITU. Konferenci řídil člen španělského parlamentu José Barrionuevo Peña.



Krátkovlnnému rozhlasovému vysílání bylo proti stávajícímu kmitočtovému rozdělení přiděleno 200 kHz navíc v pásmech pod 10 MHz a 590 kHz mezi 11 a 19 MHz. I když se zprvu počítalo, že různé služby opustí krátkovlnná pásma, opak byl nakonec pravdou – řada služeb (zdravotní, bezpečnostní, zemědělská) požadovaly nejméně stávající, nebo i zvětšený přiděl. Pásma byla rozšířena pro celosvětové použití, s výhledem přechodu na jednopásmový (single side band) provoz uvažovaný i pro rozhlasovou službu v roce 2007. Doporučení je takové, aby provoz SSB byl na KV pásmech obecně zaveden do konce 2015 a provoz se dvěma postranními pásmy úplně zastaven.

Pro mobilní a mobilní satelitní služby byla přijata řada doporučení. Na primární bázi jsou např. přiděleny kmitočty v oblasti 137

MHz, 148–149,9 MHz a 400 MHz. V pásmu nad 1 GHz získala celosvětově nový přiděl v pásmu 1525–1530 MHz námořní mobilní satelitní služba, pro „uplink“ provoz mobilní satelitní služby bylo vyděleno pásmo 1610–1626,5 MHz současně s pásmem pro „downlink“ 2483,5–2520 MHz.

BSS – Broadcasting Satellite service, tedy rozhlasové vysílání ze satelitů (je myšleno pro individuální příjem cenově dostupným zařízením s jednoduchými anténami) – bylo pro ně vyhrazeno 25 MHz v okolí 1480 MHz; pro některé země pak v oblasti 2350 ev. 2600 MHz. Pro naši oblast je dále uvažováno s využitím pásma 11,7–12,5 GHz.

Pro širokopásmovou televizi s vysokým rozlišením (HDTV) je přiděleno našemu regionu pásmo 21,4–22 GHz od 1. 4. 2007. Do tohoto data je možné pokusně využívat kmitočty spolu s jinými službami. Byly také vzaty v úvahu připomínky ze strany zemí s vysokou úrovní srážek, kde je již útlum na těchto kmitočtech při průchodu signálu dešťovou clonou při dnešní technologii vážnou překážkou využití.

Komunikačním pásmům vztahujícím se k satelitnímu provozu včetně vědeckých účelů byla věnována velká pozornost a přiděl kmitočtů pro tyto účely sahá od 2,025 GHz až do oblasti 158 GHz. Radioamatéři přišli se svými požadavky zkrátka – i když se zprvu předpokládalo alespoň rozšíření pásma 7 MHz, na kmitočtovém přidělu dosud běžně užívaných pásem se nic nezměnilo.

Zájemci o podrobnější a přesnou informaci si mohou dopsat o „Press release“ ITU/92-2, informační bulletin vydávaný v angličtině, francouzštině a španělštině, nebo si vy-

žadat zaslání telefonicky na čísle 00-41-22-7305969. Konečně řada podrobných rozborů se jistě objeví i v odborném tisku jednotlivých služeb využívajících přenos signálů rádiiem.

OK2QX

### Pozvánka do kursů elektrotechniky, radiotechniky a amatérského vysílání

Od září 1992 začínají pravidelné kursy praktické elektrotechniky, radiotechniky a amatérského vysílání pro děti a mládež v Domě dětí „Budánka“ v Praze 5 – Košířích. Cena jednoho kursu za rok je 100 až 150 Kčs (peníze slouží k nákupu součástek pro výrobu jednoduchých přístrojů, které pak zůstávají ve vlastnictví dětí).

Pravidelné schůzky kroužku elektrotechniků budou každou středu od 15 do 17 hodin, kroužku radiotechniky a amatérského vysílání pravidelně v úterý.

Zájemci se mohou přihlásit písemně na adrese:

Dům dětí a mládeže „Budánka“  
Nad Budánkami II/17  
150 00 Praha 5

nebo telefonicky na pražském čísle 52 02 70 (oddělení techniky, Mgr. A. Krejčík).

# JEDNODUCHÁ ZAPOJENÍ

Zdeněk Hradiský

## I. Náměty z rubriky R 15

Už dvacátý rok nacházejí nejmladší čtenáři AR svoji rubriku R 15 v časopise Amatérské rádio. Od září roku 1973, kdy se tato rubrika objevila v Amatérském rádiu poprvé, našli v ní množství konstrukcí, reportáží, námětů pro činnost i soutěží.

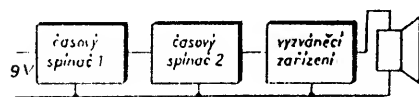
Chceme vám připomenout některé konstrukce, které se za těch dvacet let staly podnětem k činnosti mnoha mladých elektroniků. Vždyť na ty první návody si již tehdy patnáctiletí čtenáři téměř nepamatují – a pro nynější patnáctileté budou úplnou novinkou. Vybrané konstrukce jsme poněkud upravili pro novější typy součástek, případně odstranili nalezené chyby...

Ale dost úvodních slov. Chtěli jsme začít tím vůbec prvním návodem z rubriky R 15. Jenže to byl tranzistorový přerušovač, který jsme již v několika modifikacích zveřejnili několikrát.

Začneme proto druhým návodem – tranzistorovým budíkem člena našeho radioklubu Martina Vacha. Obrázek desky s plošnými spoji byl tehdy sice trochu jiný (na dnešní dobu řekneme méně promyšlený), ale samotný návod neztratil nic na zajímavosti.

### Tranzistorový budík

Blokové schéma celého přístroje je na obr. 1. Základem je spolehlivé časovací zařízení,



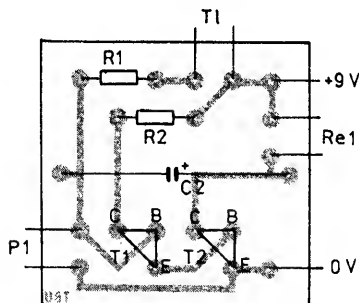
Obr. 1. Blokové schéma

Millerův integrátor s kapacitní vazbou mezi bází prvního a kolektorem druhého tranzistoru (obr. 2 – první část schématu). Kladný impuls, vytvořený na bázi T1 tlačítkem, se přivádí na bázi T2; po skončení impulsu je napětí na kolektoru blízké napájecímu napětí, neboť báze je záporná a kolektorový proud neteče. Napětí báze je díky rezistoru R2 blízké kolektorovému napětí, proud báze

vybije kondenzátor C1 a napětí na kolektoru se začne zmenšovat. Tento děj je zpomalen, protože zmenšující se kolektorové napětí způsobuje přes kondenzátor C1 i zmenšení napětí na bázi a tím i kolektorového proudu. Zmenší-li se kolektorové napětí na velmi malou velikost, tranzistor T2 se uzavře a kontakty relé Re1 se rozpojí. Strmost zmenšování napětí je rovnoměrná.

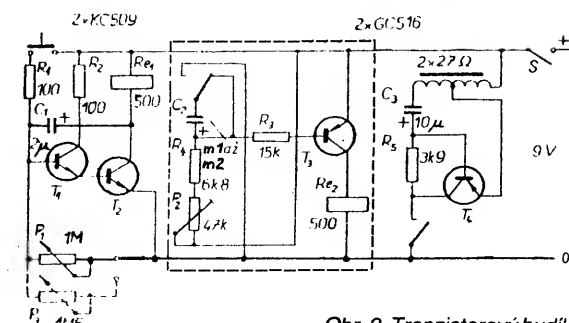
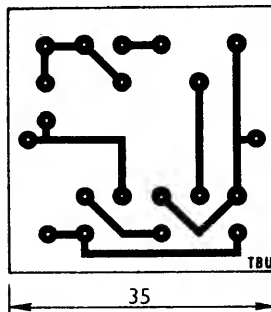
Millerův integrátor můžete zhotovit dvourozsohový (na obr. 2 označeno přerušovanou kresbou), první rozsah bude umožňovat volbu kratších časů a jemnější seřízení, druhý rozsah delší časy a hrubší nastavení. Maximální i minimální čas sepnutí je obecně několik hodin až několik minut, závisí na kvalitě a toleranci součástek a především na zesilovacím činiteli použitých tranzistorů. U prototypu, v němž byly rezistory s tolerancí 10 i 20 %, zesilovací činitel tranzistorů asi 350 a potenciometr P1 = 1,6 MΩ, je minimální spínací doba 80 minut a maximální 12 hodin.

Součástky spínače jsou umístěny na desce s plošnými spoji (obr. 3), mechanické uspořádání dalších součástí (relé, tlačítko, reproduktor) si každý zvolí podle použité skříňky a vlastního nápadu.



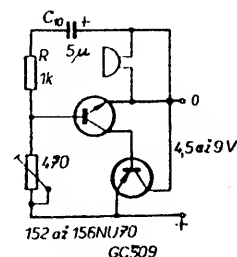
Obr. 3. Deska s plošnými spoji budíku

A701



Obr. 2. Tranzistorový budík

Další důležitou částí budíku je vyzváněcí zařízení. Tím může být např. multivibrátor s reproduktorem nebo jednoduchý bzučák, vestavěný v telefonním sluchátku. Přerušovač (na obr. 2 ohraničen přerušovanou čarou) je spínač, který určuje, jak dlouho má budík po sepnutí zvonit. Můžete jej nahradit jednodušším zapojením z obr. 4. Funkce



Obr. 4. Přerušovač tónu bzučáku

přerušovače je jednoduchá: kondenzátor C2 se začne po připojení ke zdroji nabíjet, tím se posouvá pracovní bod tranzistoru a zvětšuje se jeho kolektorový proud tak dlouho, až jeho velikost postačí k sepnutí relé Re2.

Důležitý je výběr součástek. Tranzistory T1 a T2 by měly mít co největší zesílení; to je velmi důležité pro využití Millerova jevu v integrátoru, neboť je třeba dosáhnout co největší vstupní kapacity tranzistoru. Relé by mělo spínat již při napětí 2 až 3 V a rozpínat při 0,5 až 1 V (odpor vinutí asi 300 Ω). Dobře se hodí miniaturní polarizovaná relé nebo malá modelářská relé, v nouzi i relé LUN – musí však mít jeden přepínací nebo rozpínací kontakt. Nehodí se telefonní plochá nebo křížová relé.

Rezistory by měly mít malou toleranci. U bzučáku můžete použít jakýkoli tranzistor, při použití tranzistoru n-p-n obraťte polaritu jeho zdroje.

Potenciometr P1 opatřte knoflíkem ve tvaru šipky a na povrchu krabičky označte spínací doby, které odpovídají natočení šipky.

Po stisknutí tlačítka začne budík „odpočítávat“ nastavený čas, za který chcete být vzbuzeni. Bzučák můžete definitivně vypnout spínačem S, který připojuje devítivoltovou napájecí baterii. Odběr proudu z baterie není konstantní (9 až 56 mA).

### Seznam součástek

R1	rezistor 100 Ω
R2	rezistor 100 Ω
R3	rezistor 15 kΩ
R4	rezistor 6,8 kΩ
R5	rezistor 3,9 kΩ
P1	potenciometr 1 MΩ (příp. 1,6 MΩ pro další rozsah)
P2	odporový trimr 4,7 kΩ
Re1, Re2	relé (viz text)

C1	elektrolytický kondenzátor 2 mF/10 V
C2	elektrolytický kondenzátor 100 až 200 $\mu$ F/10 V
C3	elektrolytický kondenzátor 10 $\mu$ F/15 V
C10	elektrolytický kondenzátor 5 $\mu$ F/15 V
T1, T2	tranzistor n-p-n
T3, T4	tranzistor p-n-p (T4 příp. n-p-n)
	sluchátková vložka 2 $\times$ 27 $\Omega$

## II. Jednoduchá zapojení pro úplné začátečníky

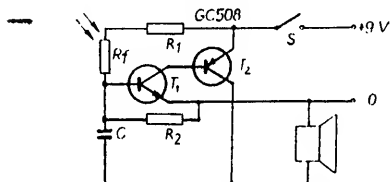
Jednoduché konstrukce najdete i v jiných kapitolách tohoto textu. Snahou autorů rubriky R 15 bylo totiž vždy to, aby zveřejněné náměty umožňovaly zájemcům postavit i bez většího přístrojového vybavení zařízení, které by při pečlivé práci fungovalo bez složitějšího oživování. Proto byly všechny návrhy ověřovány v zájmových kroužcích, při soutěžích, případně na letních táborech mladých elektroniků.

Šest z nejjednodušších konstrukcí jsme zařadili do této kapitoly.

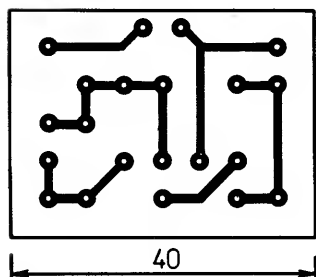
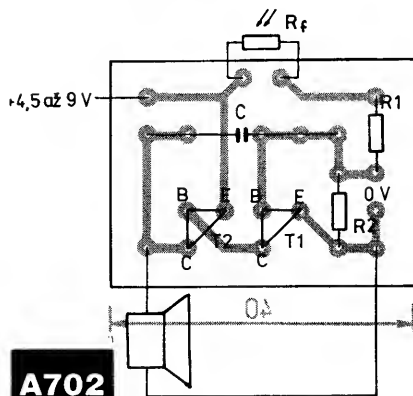
### Zvuková indikace jasu

Přístroj indikuje intenzitu světla změnou výšky tónu. Čím jasnější je svítící (osvětlený) předmět, tím vyšší tón vydává reproduktor.

Ze schématu na obr. 5 je zřejmé, že se jedná o oscilátor, jehož obvod RC představuje fotorezistor  $R_f$  a rezistor  $R_1$  a kondenzátor  $C$ . Tímto obvodem je určen kmitočet oscilátoru. Pro bezchybnou funkci přístroje



Obr. 5. Zapojení indikátoru



Obr. 6. Deska s plošnými spoji

bylo nutné u většiny zhotovených indikátorů doplnit oproti původnímu zapojení ještě rezistor  $R_2$  mezi bázi a emitor prvního tranzistoru. Tímto rezistorem (obvykle asi 560  $\Omega$ ) nastavíte pracovní bod, při kterém oscilátor nejlépe kmitá.

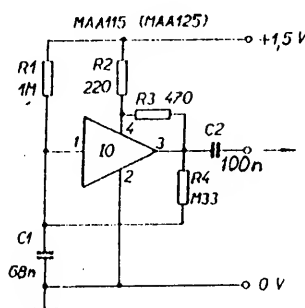
Na typu fotorezistoru příliš nezáleží, můžete volit nejlépejší. K napájení indikátoru stačí devítivoltová destičková baterie. Na obr. 6 je obrazec plošných spojů a umístění součástek na desce.

### Seznam součástek

R1	rezistor 33 k $\Omega$
R2	rezistor 560 $\Omega$
$R_f$	fotorezistor (např. WK 650 60, WK 650 37 ...)
C	kondenzátor 0,1 až 0,47 $\mu$ F
T1	tranzistor n-p-n
T2	tranzistor p-n-p
S	spínač
	reproduktor 25 až 50 $\Omega$ (např. telefonní sluchátko)

### Signální minigenerátor

Zapojením integrovaného obvodu MAA115 a několika dalších součástek (viz schéma na obr. 7) získáte signální generátor, který můžete používat jako bzučák k jakékoli signalizaci: místo domovního zvonku,

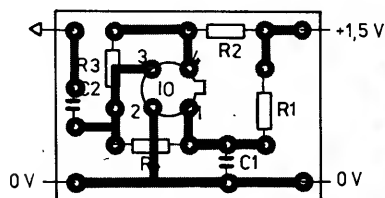


Obr. 7. Zapojení signálního minigenerátoru

k poplašnému zařízení, jako „příposlech“ blinkrů v autě atd. Spínán telegrafním klíčem může posloužit k nácvičku telegrafních značek. Později ho můžete využít i ke kontrole činnosti zesilovače či nízkofrekvenční části rozhlasového přijímače.

Generátor má nepatrnou spotřebu proudu a pracuje již při napájecím napětí 1 V – proto stačí jeden tužkový článek na dlouhou dobu provozu.

Se součástkami, uvedenými v seznamu, pracuje obvod na kmitočtu asi 1 kHz. Zvětšením kapacity kondenzátoru  $C_1$  se kmitočet sníží, zmenšováním jeho kapacity můžete dosáhnout kmitočtu až 1 MHz. Kmitočet lze nastavit také změnou rezistoru  $R_4$  (pozor: nesmí mít příliš malý odpor, mohl by se poškodit integrovaný obvod!). Při zkoušení, jak změna odporu ovlivní kmitočet výstupního signálu, je vhodné místo rezistoru



Obr. 8. Deska s plošnými spoji minigenerátoru

0,33 M $\Omega$  použít např. rezistor asi 100 k $\Omega$  a k němu do série zapojit odporový trimr 220 k $\Omega$ .

Všechny součástky jsou umístěny na desce s plošnými spoji (obr. 8). Z výstupu, označeného šipkou, se přivádí zkušební signál na vstup zesilovače (popř. gramofonový či magnetofonový vstup rozhlasového přijímače), přičemž je nutno propojit i zemnici svorky obou přístrojů.

Neobraťte polaritu napájecího monočlánu, hrozí poškození integrovaného obvodu!

Integrovaný obvod můžete nahradit trojicí univerzálních tranzistorů (např. KC508) zapojených paralelně; v kolektorech prvních dvou tranzistorů jsou vloženy rezistory asi 3,5 k $\Omega$  (vývod 4 IO), jejich emitory jsou spojeny (vývod 2 IO), výstupem je kolektor třetího tranzistoru (vývod 3 IO) a vstupem báze prvního tranzistoru (vývod 1 IO).

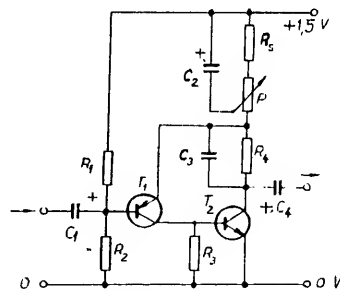
### Seznam součástek

R1	rezistor 1 M $\Omega$
R2	rezistor 220 $\Omega$
R3	rezistor 470 $\Omega$
R4	rezistor 0,33 M $\Omega$
C1	keramický kondenzátor 68 nF
C2	keramický kondenzátor 100 nF
IO	integrovaný obvod (MAA115, MAA125, TAA131 ...)

Následující tři zapojení jsou konstruována tak, aby je bylo možné vzájemně zaměnit: stejné jsou velikosti desek s plošnými spoji, umístění výstupních bodů, polarita i velikost napájecího napětí. Podle součástek, které vám v zásobách zbyly, si můžete zvolit tu verzi, která vám nejlépe vyhovuje.

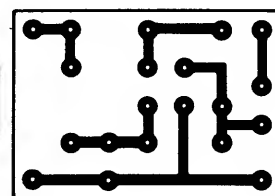
### Komplementární zesilovač

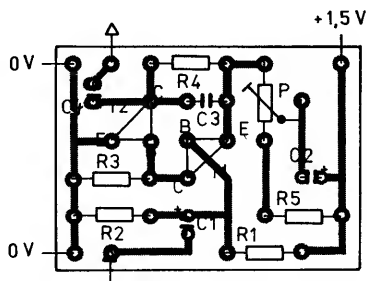
Tento malý zesilovač (obr. 9) můžete vestavět přímo do skříňky, v níž je zdroj signálu: mikrofon, povelový vysílač pro modely apod. Napájení je z tužkového monočlánu 1,5 V.



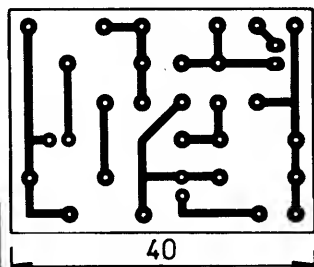
Obr. 9. Zapojení zesilovače s komplementárními (doplňkovými) tranzistory

Vstupní impedance je asi 50 k $\Omega$ . Zesílení (4 až 75) závisí na nastavení odporového trimru  $P$ . Pro plné vybudování stačí na vstupních bodech napětí 3 mV. Místo sluchátek je možné zapojit vstup výkonového zesilovače.





Obr. 10. Deska s plošnými spoji zesilovače



A704

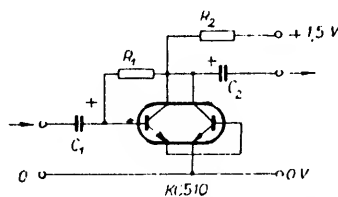
Deska s plošnými spoji a umístění součástek je na obr. 10.

#### Seznam součástek

- R1, R2 rezistor 0,1 MΩ  
 R3 rezistor 10 kΩ  
 R4 rezistor 4,7 kΩ  
 R5 rezistor 680 Ω  
 P odporový trimr 1 kΩ (např. typ TP 040)  
 C1, C4 elektrolytický kondenzátor 2 μF (TE 005), případně tantalový kapkový 1,5 μF (TE 124)  
 C2 elektrolytický kondenzátor 50 μF (TE 002)  
 C3 keramický kondenzátor 100 pF  
 T1 tranzistor p-n-p (např. BC179)  
 T2 tranzistor n-p-n (např. KC507, KC147)

### Zesilovač v Darlingtonově zapojení

S použitím „dvojitého“ tranzistoru, např. KC810, lze realizovat zapojení podle obr. 11. Kolektory obou tranzistorů jsou propojeny (u



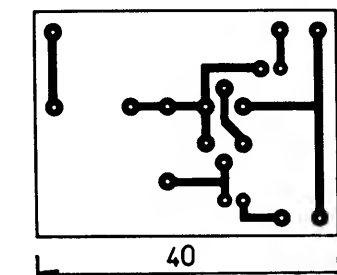
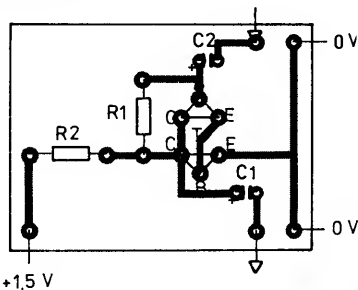
Obr. 11. Zesilovač v Darlingtonově zapojení

některých typů, např. BC517 je toto spojení uvnitř pouzdra tranzistorů). Obvod je uzavřen rezistorem mezi bází prvního tranzistoru a spojenými kolektory. Pro správnou činnost je třeba, aby bylo zajištěno kolektorové napětí 1 V a tím i napětí emitoru prvního tranzistoru asi 0,5 V.

Zesílení tohoto zesilovače je maximálně 10 a vypočítáte ho ze vztahu

$$A = \frac{R_i}{\frac{R_i}{10} + R_i}$$

příčmě  $R_i$  je impedance zátěže, připojené na výstup. Deska s plošnými spoji a umístění součástek je na obr. 12.



A705

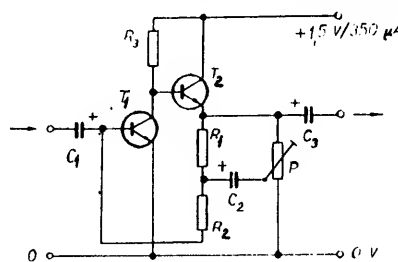
Obr. 12. Deska s plošnými spoji zesilovače

#### Seznam součástek

- R1 rezistor 0,1 MΩ  
 R2 rezistor 1 kΩ  
 C1, C2 elektrolytický kondenzátor 2 μF (TE 005), případně tantalový kapkový 1,5 μF (TE 124)  
 T dvojice tranzistorů n-p-n

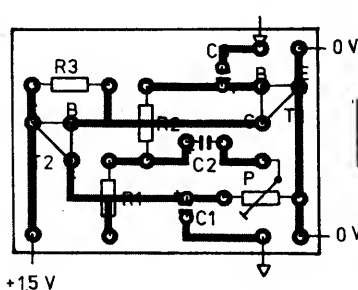
### Zesilovač s tranzistory n-p-n

Na obr. 13 je dvoustupňový zesilovač se zesílením 10 až 20. Druhý tranzistor pracuje jako emitorový sledovač, stabilizovaný rezistorem R1 do báze prvního tranzistoru. Je-li zatěžovací impedance větší než 100 kΩ, lze zesílení řídit odporovým trimrem P (při použití zapojení jako předzesilovač). Přístroj je konstruován na napětí 1,5 V, můžete však



Obr. 13. Zapojení zesilovače s tranzistory n-p-n

použít i napětí 3 V; zesilovač bude pracovat už od napětí asi 1 V. Při třívoltovém napájení



A706

Obr. 14. Deska s plošnými spoji zesilovače

je odebíraný proud asi 450 μA. Deska s plošnými spoji a umístění součástek je na obr. 14.

#### Seznam součástek

- R1, R2 rezistor 0,1 MΩ  
 R3 rezistor 10 kΩ  
 P odporový trimr 2,2 kΩ (TP 040)  
 C1, C3 elektrolytický kondenzátor 2 μF (TE 005), případně tantalový kapkový 1,5 μF (TE 124)  
 C2 elektrolytický kondenzátor 50 μF (TE 002).  
 T1 tranzistor n-p-n (např. KC509, KC149)  
 T2 tranzistor n-p-n (např. KC507, KC147)

## III. Pro hry i praxi

Většina nápadů, které byly pro rubriku R 15 zpracovány, vycházela z podnětů přemýšlivých jednotlivců, ale i z požadavků škol, kolektivů, rodičů, soutěžních úkolů. Jednalo se o vyřešení určitých problémů při laboratorní práci, vybavení domácnosti, doplnění hraček o elektronické obvody, doplňky pro zdravotní či bezpečnostní účely, zařízení pro hudební skupiny...

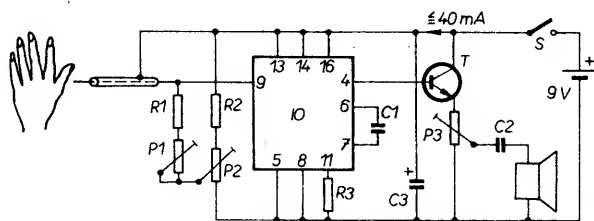
Takových námětů byla většina a proto bude i tato kapitola nejobsáhlejší.

### Přístroj pro „akupunkturu“

K tradičním způsobům lidové léčby patří mimo jiné akupunktura. Při ní jde o nalezení většího počtu citlivých bodů na lidském těle. V různých časopisech a zdravotnických příručkách zjistíte, které citlivé body ovlivňují různá nervová centra. A tak tlakem prstu na nalezené (v našem případě elektronicky) citlivé místo můžete i bez prášků např. vyléčit bolavou hlavu.

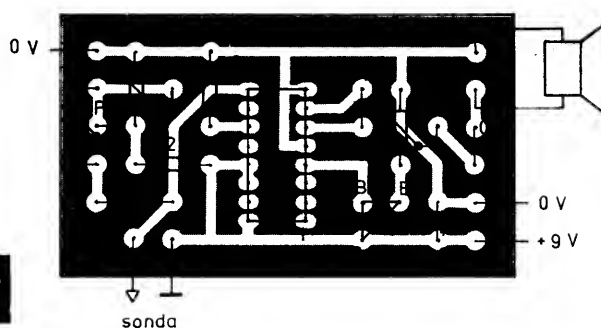
Pro účely akupunktury jsou v prodeji elektronické přístroje, které využívají při vyhledávání citlivých míst toho, že v těchto místech je odpor lidské kůže menší než jinde. Obdobný elektronický přístroj na obr. 15 pracuje s využitím integrovaného logického obvodu CMOS typu MHB4046. Část tohoto obvodu je výhodná pro tuto konstrukci.

Rezistor R3 a kondenzátor C1 určují rozsah, ve kterém oscilátor integrovaného obvodu mění svůj kmitočet v závislosti na řídicím napětí. Toto řídicí napětí dodává napěťový dělič v kombinaci lidská kůže-rezistor R1-odporový trimr P1. Čím bude odpor lidské kůže menší, tím větší bude řídicí napětí a tím také kmitočet. Zesílení signálu tohoto kmitočtu jako tónu určité výšky obstarává pro malý reproduktor tranzistor T. Hlasitost reprodukce můžete řídit odporovým trimrem P3.

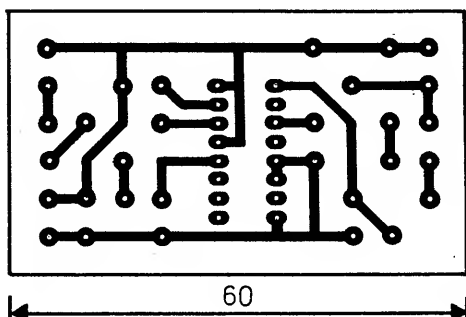


Obr. 15. Schéma zapojení „akupunktur“

A707



Obr. 16. Deska s plošnými spoji „akupunktur“



Z bezpečnostních důvodů je nutné napájet přístroj výhradně z baterie (proud je při 9 V menší než 40 mA), připojení síťového zdroje je nepřipustné!

Na obr. 16 je obrazec desky s plošnými spoji a umístění součástek přístroje na desce. K výstupu připojte reproduktor s větší impedancí, např. ze stavebnice rozhlasového přijímače, který má  $Z = 100 \Omega$ . Na vstupu je připojena sonda – kovová trubička, v níž je izolovaně umístěn vodič z tlustého drátu, opracovaný do hrotu. Hrot je připojen k vývodu 9 integrovaného obvodu IO, kovová trubka na kladný pól zdroje. Sondy držíte v ruce a hrotem vyhledáváte citlivá místa na kůži.

#### Seznam součástek

- R1 rezistor 0,1 M $\Omega$
- R2 rezistor 12 k $\Omega$
- R3 rezistor 0,18 M $\Omega$
- P1 odporový trimr 4,7 M $\Omega$  až 10 M $\Omega$  (např. typ TP 040)
- P2 odporový trimr 10 k $\Omega$  (TP 040)
- P3 odporový trimr 220  $\Omega$  (TP 040)
- C1 kondenzátor 560 pF
- C2 keramický kondenzátor 22 nF
- C3 elektrolytický kondenzátor 4,7  $\mu$ F/16 V (tantalová kapka)
- T tranzistor n-p-n (např. KC507)
- IO integrovaný obvod MHB4046
- objímka pro integrovaný obvod DIL 16
- reproduktor
- destičková baterie 9 V

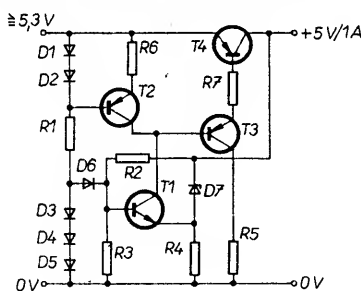
### Regulátor napětí

Mnoho vašich konstrukcí odebírá sice malý proud z baterie, když se vám jich však sejde víc, nestačí baterie kupovat. Aby bylo jejich využití co nejhospodárnější, pomůže regulátor, který zajistí konstantní proud do spotřebiče i při úplně čerstvé baterii.

Běžné regulátory, které pracují s minimálními ztrátami, jsou však připraveny pro proudy do 400 mA – dále uvedené jednoduché zapojení posouvá tuto hranici a potřebuje k tomu jen čtyři tranzistory.

Ve zdroji konstantního proudu (obr. 17) zajišťuje tranzistor T2, diody D1, D2 a rezistor R6 podstatné potlačení střídavé složky při velkém zesílení. Tranzistory T3 a T4 jsou v Darlingtonově zapojení, řízeném tranzistorem T1. Kromě báze je k výstupnímu napětí připojen i emitor T1. Jestliže se výstupní napětí zvětšuje, zvětšuje se i napětí emitoru T1 oproti napětí báze. Tranzistor T1 se proto zavírá a řídicí napětí pro Darlingtonovu dvojici T3/T4 je menší – výstupní napětí se tedy zmenšuje.

V okamžiku připojení zdroje není na výstupu žádné napětí – proto diody D3 a D6 zajišťují automaticky správnou funkci.



Obr. 17. Schéma zapojení regulátoru napětí

Výstupní napětí regulátoru je pevně nastaveno Zenerovou diodou D7 a odporovým děličem R2/R3. Protože Zenerovy diody mívají často větší tolerance Zenerova napětí, můžete místo rezistoru R4 zapojit odporový trimr asi 5 k $\Omega$  a jím do jisté míry nastavovat napětí na výstupu. Při použití jiné Zenerovy diody můžete samozřejmě získat regulátor pro odlišné napětí, např. 4,5 V (nebo 6 V při  $U_{vst} > 7$  V pro žárovky 6 V/50 mA).

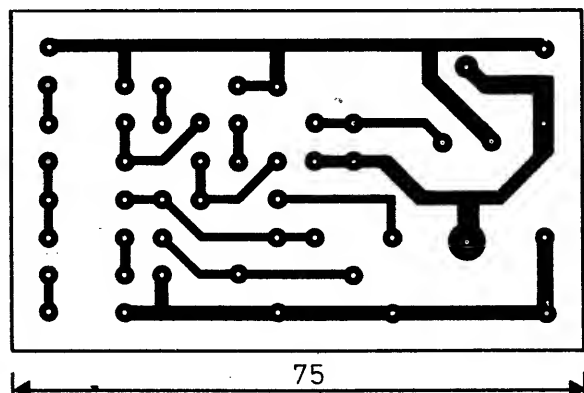
Při různých pokusech, při kterých použijete tento regulátor, nezapomeňte na to, že v zapojení není žádné omezení proudu. Vyvarujte se proto zkratů!

Vstupní napětí (např. z baterie) volte alespoň o 0,3 V větší, než je napětí nastavené na výstupu, aby regulátor uspokojivě pracoval.

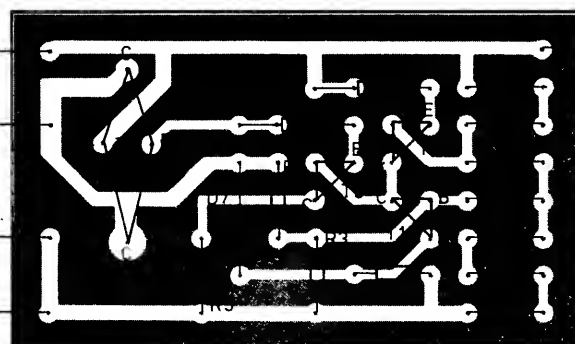
U prototypu byla na místě D7 použita Zenerova dioda ZF3,9; regulátor byl určen pro žárovky 3,8 V/0,3 A. Proud regulátoru byl bez zatížení při vstupním napětí 4,5 V z ploché baterie asi 8 mA, při napětí 16,5 V na vstupu kolem 19 mA. Výstupní napětí se změnilo při různé zátěži nejvýše o 0,2 V. Při výběru tranzistorů T1 až T3 se snažte dodržet tyto parametry:  $I_C = 100$  mA,  $U_{CE} = 45$  V,  $h_{21E} \approx 110$  až 800.

#### Seznam součástek

- R1 rezistor 1 k $\Omega$
- R2, R3 rezistor 2,7 k $\Omega$
- R4 rezistor 220  $\Omega$
- R5, R7 rezistor 180  $\Omega$
- R6 rezistor 330  $\Omega$
- D1 až D6 křemíková dioda (KA207, 1N4148 ...)
- D7 Zenerova dioda, např. 3V3, 400 mA (ZF3,3 až ZF3,9 nebo lze vybrat měřením z diod KZ140)
- T1 tranzistor n-p-n (KC507, BC547B ...)
- T2, T3 tranzistor p-n-p (BC177, BC177A, BC557B ...)
- T4 tranzistor p-n-p (KD334, KD336, KD338, KD136, BD242, BD355 aj.)



A708



Obr. 18. Deska s plošnými spoji regulátoru



## Jednoduchý VOX

Při diskotéce jistě využijete zařízení VOX – tj. spínač, který automaticky připojí jeden ze vstupů zesilovače (obvykle mikrofon). VOX můžete samozřejmě využít i jinak, např. k sepnutí osvětlení na určitém místě, pokud někdo promluví či způsobí větší hluk, nebo k hlídání malého dítěte. Přístroj připojíte k výstupu zesilovače mikrofonu s označením „repro“ nejlépe přes potenciometr nebo odporový trimr, abyste mohli nastavit vstupní citlivost.

Nízkofrekvenční signál z tohoto výstupu nabíjí elektrolytický kondenzátor C1 a spíná tranzistor T1 (obr. 19). Rezistor R3 omezuje

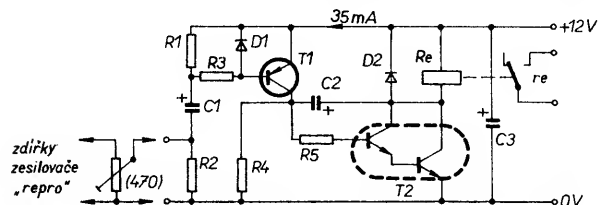
## Seznam součástek

R1	rezistor 4,7 kΩ
R2	rezistor 330 Ω
R3	rezistor 220 Ω
R4	rezistor 510 Ω až 1 kΩ
R5	rezistor 100 Ω
C1, C2	kondenzátor 10 μF/15 V, elektrolytický
C3	kondenzátor 47 μF/25 V (16 V), elektrolytický
D1, D2	křemíková dioda (KA207, 1N4148 ...)
T1	tranzistor p-n-p (BC178, BC179, BC557B ...)

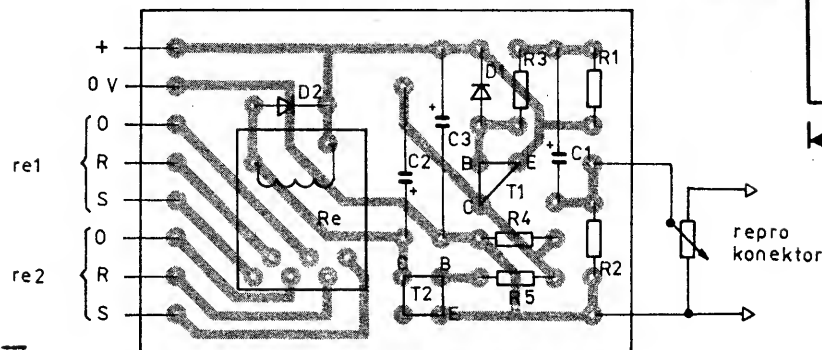
kole. To je důležité např. na křižovatce, kde tato doba obvykle stačí do okamžiku uvolnění průjezdu a tedy i obnovení činnosti dynama.

Pokud dodává dynamo napětí, jsou tranzistory T1 až T3 sepnuté. Při zastavení zůstává tranzistor T1 ve vodivém stavu vlivem kondenzátoru C, který se pomalu vybíjí přes rezistor R1. Po vybití kondenzátoru C se tranzistor T2 a T3 překlápí a odpojí žárovku Ž zpětného světla od baterie.

Obrazec plošných spojů a zapojení součástek je na obr. 22. U prototypu, v němž byl použit kondenzátor 15 μF, svítilna koncová svítilna po odpojení dynama 2 minuty 39 sekund (při baterii 4,5 V), popř. 2 minuty 49



Obr. 19. Schéma zapojení VOX



proud báze, pokud vstupní napětí překročí úroveň 600 mV, dioda D1 nastavuje napětí báze-emitor tranzistoru T1 na asi 0,6 V. Tranzistor T2 (Darlingtonovo zapojení) spíná relé, jeho správná funkce je nastavena rezistorem R4. Kondenzátor C2 představuje spolu s tranzistorem T1 filtr, který zabrání sepnutí relé při rušivých impulsích.

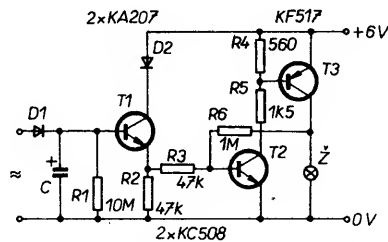
Největší mezivrcholové vstupní napětí je závislé na rezistorech R2 a R3, při odporech podle seznamu součástek je to asi 40 V. Proud celého přístroje je asi 100 mA, ale závisí samozřejmě na použitém relé.

Na místě T2 byla kromě typu KSZ62 (tranzistory n-p-n v Darlingtonově zapojení) vyzkoušena i dvojice křemíkových tranzistorů n-p-n typu KC810 (KC510), jejíž vývody propojte podle zapojení T2 na schématu, obr. 19. Relé může být jakékoli do 200 mA, v prototypu to bylo relé typu LUN 2821.41, které odebírá při napětí 12 V proud asi 50 mA a má dva přepínací kontakty. Pro takové relé je připraven obrazec plošných spojů na obr. 20.

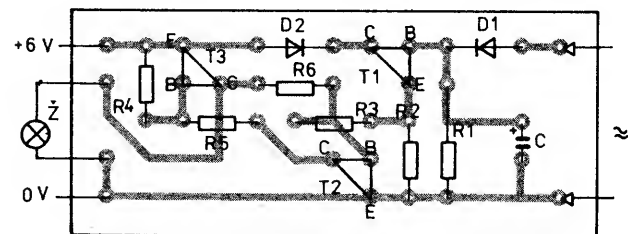
T2	dvojice tranzistorů (KSZ62, BC517, příp. KC810, KC510 apod.)
Re	relé 12 V objímka pro relé LUN

## Bezpečnostní „zpětné“ světlo

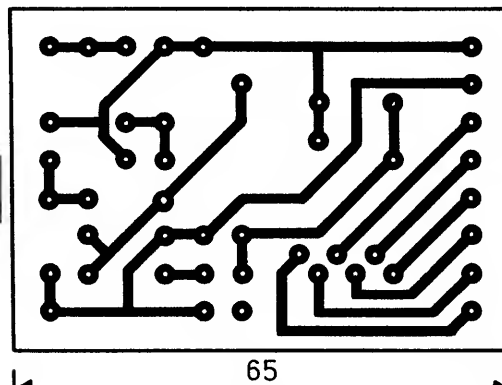
Takto konstruovaná koncová svítilna na jízdním kole (obr. 21) svítí asi čtyři minuty po zastavení dynama, tj. při přerušení jízdy na



Obr. 21. Schéma zapojení doplňku k bezpečnostní koncové svítilně na kolo



Obr. 22. Deska s plošnými spoji pro zapojení z obr. 21



Obr. 20. Deska s plošnými spoji pro VOX

sekund (při 6 V). Zvětšením kapacity kondenzátoru C lze tyto doby prodloužit.

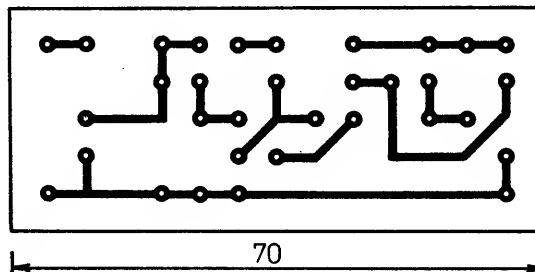
## Seznam součástek

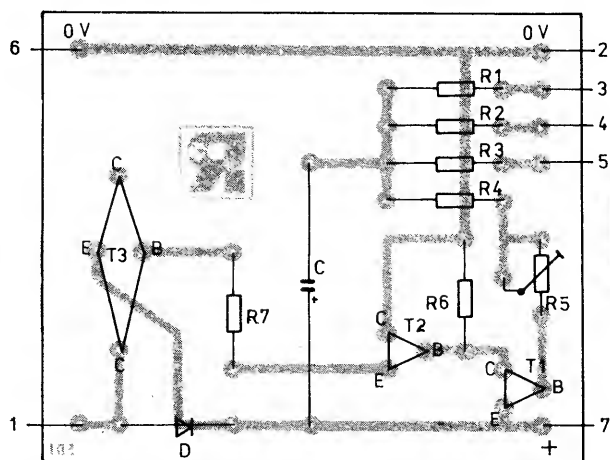
R1	rezistor 10 MΩ
R2, R3	rezistor 47 kΩ
R4	rezistor 560 Ω
R5	rezistor 1,5 kΩ
R6	rezistor 1 MΩ
C	elektrolytický kondenzátor 20 až 100 μF
D1, D2	křemíková dioda (KA207, 1N4148 ...)
T1, T2	tranzistor n-p-n (KC508, BC549C ...)
T3	tranzistor p-n-p (KF517, BC160 ...)
Ž	žárovka 6 V/50 mA

## Senzorové tlačítko

Pro soutěž o zadaný elektronický výrobek jsme před časem vydali námět Senzorové tlačítko ing. Vladimíra Valenty. Různé funkce přístroje v něm zajišťovalo šest tranzistorů, příp. i jeden tyristor.

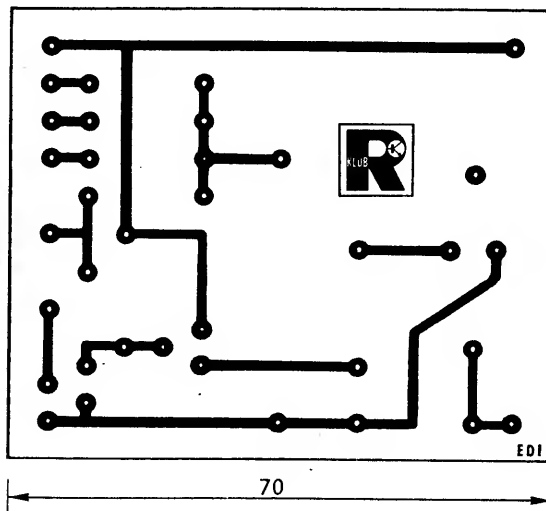
Při použití jednoho integrovaného obvodu CMOS typu MHB4011 je v zapojení jeden jediný tranzistor a ještě ušetříte dva rezistory. Aby tlačítko fungovalo i jako blikáč, přibu-





Obr. 34., obr. 35. Deska s plošnými spoji „elektronického dispečera“

A713



70

kondenzátor C přes vstup 4 (kontakt k2 dostane napětí z „kladné“ kolejnice) a proto se tranzistor T3 otevírá. Vlak, stojící dosud na oddělené kolejnici, může odjet. Jeho vzdálenost od prvního vlaku ve chvíli odjezdu je určena tím, jak jsou od sebe kontakty k1 a k2 vzdáleny.

Protože se však kondenzátor C vybije nejdéle do šedesátí sekund, může být vzdálenost kontaktů jen taková, aby ji vlak ujel za dobu o něco kratší než 60 s. Tím je zaručena správná činnost autostopu.

Oddělená kolejnice by měla být alespoň dvakrát tak dlouhá, než je největší použitá lokomotiva, aby bylo zaručeno bezpečné zastavení na odděleném úseku. Při přepólování napětí v kolejnicích je autostop neúčinný, vlak jedoucí opačným směrem oddělený úsek projede.

Na obr. 34 je deska s plošnými spoji „elektronického dispečera“ a umístění součástek na desce (obr. 35).

#### Technické údaje

Provozní napětí: 9 až 14 V.

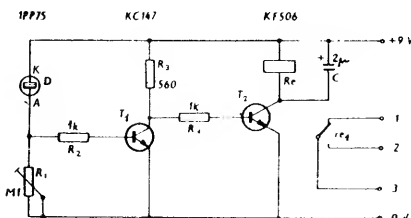
Maximální řídicí proud: 1 A.

Zpoždění obvodu: 5 až 30 s.

Rozměry: 70 × 60 × 20 mm.

#### Seznam součástek

R1	rezistor 1 kΩ
R2, R6	rezistor 10 kΩ
R3	rezistor 82 kΩ
R4	rezistor 3,9 kΩ
R5	odporový trimr 100 kΩ (TP 040)
R7	rezistor 100 Ω
C	elektrolytický kondenzátor 200 μF (TE 984)
D	křemiková dioda (KY132/80, KY721F...)
T1	tranzistor p-n-p (GC515...)
T2	tranzistor p-n-p (GC500...)
T3	výkonový tranzistor p-n-p (OC30...)



Obr. 36. Schéma světelného čidla

Při použití křemikových tranzistorů (KC508, KF508, KD602) by bylo třeba změnit polaritu napájecího napětí a kondenzátoru C (obr. 30), popř. vyzkoušet vhodný odpor rezistoru R6.

#### Světelné čidlo

Na obr. 36 je spínací obvod, citlivý na změnu osvětlení. Ve spojení s vhodným fotoelektrickým prvkem může např. zajišťovat stanovený spínací program pro počítač nebo zabezpečovací zařízení, popř. ho může i vypnutím ukončit.

Konstrukce má tyto základní obvody:

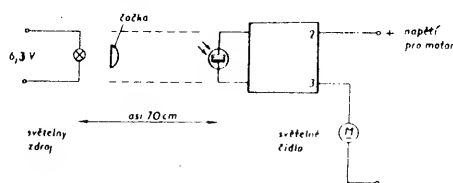
- fotoelektrický prvek,
- předzesilovač a
- pracovní stupeň s relé.

Fotoelektrický prvek, křemiková fotonka D, ovlivňuje proud báze zesilovacího tranzistoru T1. Překročí-li intenzita světla určitou nejmenší velikost, začne přechodem báze-emitor tranzistoru T1 procházet proud, jímž se tranzistor otevírá. Tranzistor T2 je uzavřen, neboť jeho báze je jakoby „uzemněná“ otevřeným tranzistorem T1. Kotva relé odpadne.

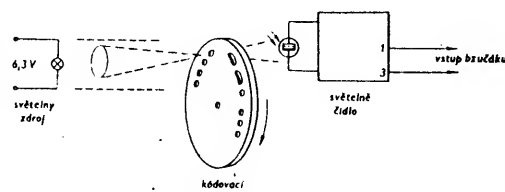
Je-li fotonka zastíněna, její vnitřní odpor se zvětší. Tranzistorem neprochází téměř žádný proud báze, tranzistor T1 se proto zavírá. To má za následek větší napětí na bázi tranzistoru T2, který se otevře, začne procházet kolektorový proud a kotva relé přitáhne.

Odporovým trimrem R1 lze v určitých mezích nastavit citlivost obvodu – tj. volit intenzitu světla, při níž relé Re přepne z jedné polohy do druhé.

Na obr. 37 je jedno z možných použití světelného čidla. Při přerušení paprsku světla ze zdroje sepnou kontakty relé přívod napájecího napětí k motoru, který otevře přicházející osobě dveře. S použitím zpožďovacího obvodu (viz návod Elektronický dispečer) lze toto zařízení naprogramovat tak, že po určité době motor dveří opět samočinně zavře.



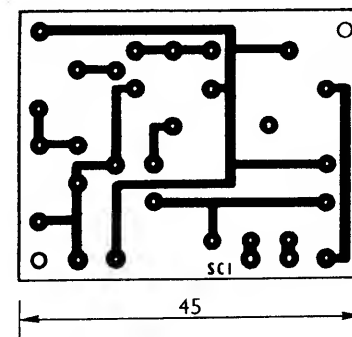
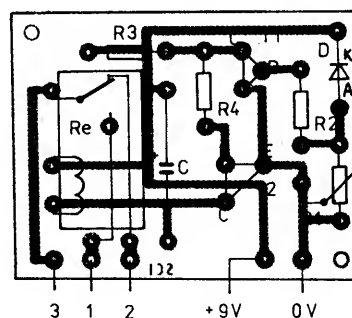
Obr. 37. Samočinné otevírání dveří



Obr. 38. Samočinný „dávkač“ morseovky

Jiné použití je znázorněno na obr. 38. Kódovací kotouček má poblíž obvodu vypilované otvory, jimiž prochází při pohybu kotoučku střídavě světelný paprsek. Paprsek se tedy „klíčuje“ a dopadá na světelné čidlo. Na rozpínací dvojici kontaktů re1 je připojen např. bzučák, vysílací stanice světelného telefonu apod.

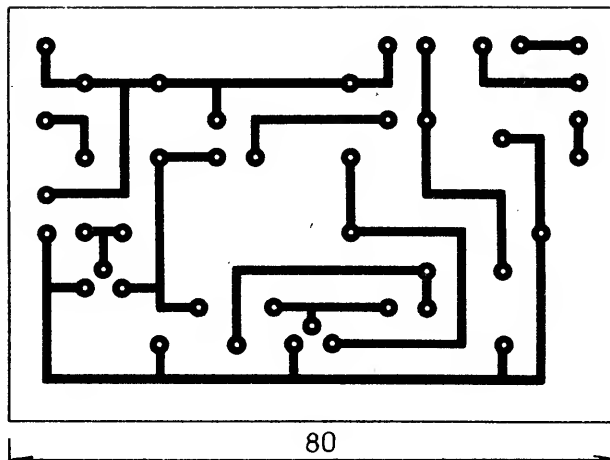
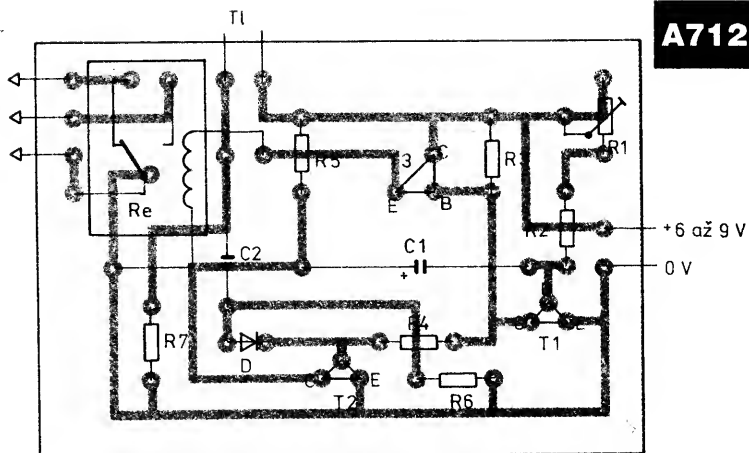
Deska s plošnými spoji je osazena součástkami pole obr. 39. Pokud při ožiování světelného čidla nereaguje fotonka na změny světla, bude asi zapojena obráceně – barevná tečka u vývodu této součástky označuje, že má být tento vývod zapojen do společného bodu rezistorů R1 a R2.



Obr. 39. Deska s plošnými spoji čidla

A714





Obr. 28., obr. 29. Deska s plošnými spoji spínače

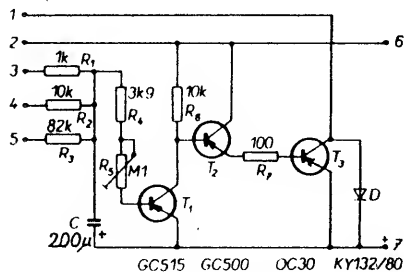
#### Seznam součástek

R1	odporový trimr 0,22 MΩ (TP 040)
R2, R6	rezistor 12 kΩ
R3	rezistor 1,8 kΩ
R4	rezistor 8,2 kΩ
R5	rezistor 1 kΩ
R7	rezistor 1,5 kΩ
C1	elektrolytický kondenzátor 500 μF (TE 982)
C2	kondenzátor 4,7 nF
C	hrotová germaniová dioda (např. OA9, GAZ51 ...)
T1, T2	tranzistor n-p-n (KC147 ...)
T3	tranzistor n-p-n (KF506 ...)
Re	relé (modelářské AR-2 ...)

#### Elektronický dispečer

Železniční modelář potřebuje k řízení svého kolejiště hodně různých regulátorů a spínačů. Na větším modelu však ztrácí díky velkému množství ovládacích prvků přehled a pomoci mu může pouze elektronické řízení. Vestavěním zpoždovacího obvodu se např. vyřeší automatické zastavování a pomalé rozjíždění vlaků na určeném místě.

Na obr. 30 je schéma zapojení obvodu. Tranzistor T3 je zapojen jako řídicí prvek, který reguluje napětí na oddělené kolejnici. V klidu je kondenzátor C vybit a tranzistor T1 uzavřen. Přes rezistor R6 je otevřen tranzistor T2 a tím i výkonový tranzistor T3. Na oddělené kolejnici, připojené k vývodu 1, je plné napájecí napětí. Spojí-li se krátce vstup 3 se záporným pólem zdroje, nabije se kondenzátor C. Kondenzátor se pak vybije přes rezistory R4, R5 a přechod báze-emitor tranzistoru T1, který se vybíjecím proudem kondenzátoru C otevře. Kolektorovým proudem tranzistoru T1 vznikne na rezistoru R6 úbytek napětí a tranzistory T2 a T3 se uzavřou.

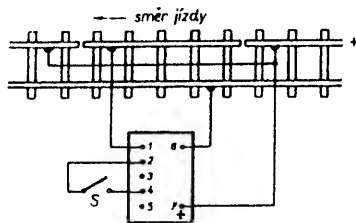


Obr. 30. Schéma zapojení zpoždovacího obvodu

Prívod napětí do oddělené kolejnice je přerušen a vlak se zastaví. Když se náboj na kondenzátoru C přes přechod báze-emitor tranzistoru T1 vybije, uzavře se tranzistor T1 a tranzistory T2 a T3 jsou opět vodivé. Na oddělenou kolejnici se opět dostává napětí. Na době vybíjení kondenzátoru C závisí zpoždění, s jakým se vlak rozjede.

Dobu nabíjení lze řídit volbou vhodného vstupu (3 až 5 na schématu), na každém vstupu je zapojen jiný rezistor. Použije-li se vstup č. 5, bude mít obvod největší zpoždění.

Na obr. 31 je jedna z možností, jak obvod připojit. Na kolejišti je oddělené místo, kde mají vlaky zastavit. Vývod 6 je připojen na nepřerušovanou kolejnici – nulový potenciál napájecího napětí. Vývod 7 je spojen s „kladnou“ kolejnicí.



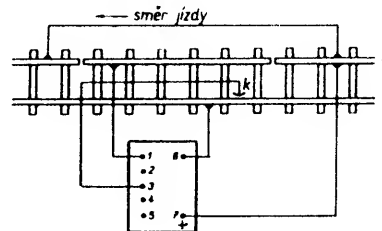
Obr. 31. Připojení obvodu ke kolejišti

Vývod 1 napájí oddělenou část kolejnice. Mezi vývody 2 a 4 je zapojen spínač S. Odporový trimr R5 je nastaven na nejmenší odpor.

Projíždí-li model lokomotivy, je při rozpojení spínače S tranzistor T3 otevřen a vlak projede odděleným místem bez zastavení. Po sepnutí spínače S se nabije kondenzátor C na velikost provozního napětí, tranzistor T1 se otevře a tranzistor T3 se díky tranzistoru T2 uzavře, takže vlak na odděleném místě zastaví. Má-li se vlak opět rozjet, stačí rozpojit spínač S – kondenzátor se vybije, tranzistor T3 otevře a model vlaku se pozvolna rozjede.

Má-li napájecí napětí na svorkách 6 a 7 opačnou polaritu (modelář zvolil zpětný chod vlaku), přemostuje dioda D tranzistor T3. Napětí na oddělené kolejnici je v tomto případě nezávislé na poloze spínače S – vlak projíždí bez přerušení.

V jiném případě si můžeme přát, aby na určeném úseku vlak zastavil, stanovenou dobu čekal a pak v jízdě pokračoval. Na obr. 32 je zapojení, které splňuje toto přání. Je k tomu třeba izolovaně upevnit poblíž první

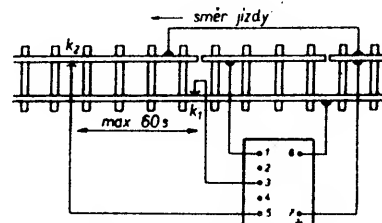


Obr. 32. Zapojení pro automatické zastavení, stání a rozjezd vlaku

ho přerušení oddělené kolejnice (ve směru jízdy) pomocný kontakt k. Ten spojí lokomotiva svými kovovými koly s kolejnici. Tím přivede na vstup 3 napětí – kondenzátor C se nabije na provozní napětí. Tranzistor T1 se otevře, tranzistory T2 a T3 uzavřou a oddělená kolejnice je bez napětí. Vlak stojí, dokud se kondenzátor nevybije přes rezistory R4, R5 a přechod báze-emitor tranzistoru T1. Potom se pomalu rozjede. Dobu stání můžete měnit odporovým trimrem R5 od pěti do šedesáti sekund.

Při opačné polaritě napětí na kolejích je činnost spínacího kontaktu k neúčinná, protože tranzistor T3 je přemostěn diodou D. Vlak proto v opačném směru projíždí bez zastavení.

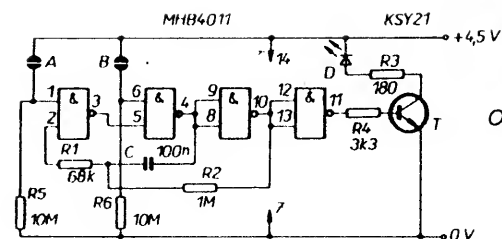
Kromě těchto zapojení lze obvodem realizovat tzv. autostop dvěma pomocnými kontakty k1 a k2; jejich umístění na příslušném úseku kolejiště je na obr. 33. Odporový trimr



Obr. 33. Zapojení autostopu

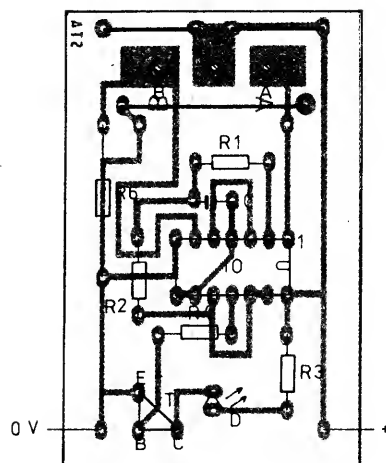
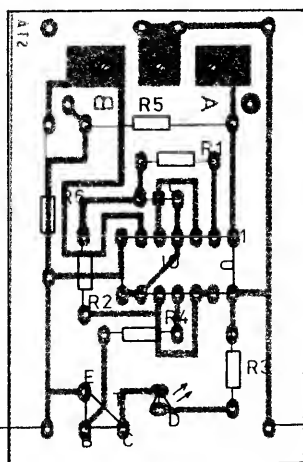
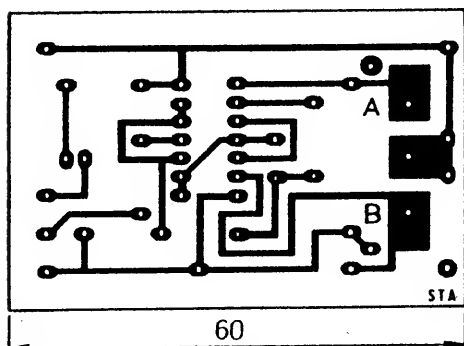
R5 je nastaven na maximální odpor. Pomocný kontakt k1 je umístěn za druhým přerušením oddělené kolejnice (ve směru jízdy) a lokomotiva je svými koly spojí s nulovým pólem napájecího zdroje. Kondenzátor C se přes vstup 3 nabije na provozní napětí.

Následující vlak zůstane stát na úseku, určeném oddělenou kolejnicí, dokud je tranzistor T3 uzavřen. Když první lokomotiva najede na pomocný kontakt k2, vybije se



**A711**

Obr. 23. Schéma zapojení senzového tlačítka



Obr. 25. Úprava dotykového pole

Obr. 24. Deska s plošnými spoji senzového tlačítka

de však jeden keramický polštářkový kondenzátor.

V zapojení na obr. 23 nahrazuje svítivá dioda D původně použitou žárovku. Chcete-li použít konstrukci jinak, než jako indikátor určitého stavu, můžete nahradit svítivou diodu a rezistor R3 na výstupu žárovkou, tyristorem či relé s proudem do 300 mA (pro tranzistor KSY21). Vinutí relé neopomeňte přemostit křemikovou diodou k ochraně tranzistoru (katoda diody na kolektoru).

Po zapojení součástek do desky s plošnými spoji (obr. 24) a připojení zdroje 4,5 V bude svítivá dioda D svítit trvale. Dotknete-li se plošek senzoru, dioda zhasne. Při propojení všech tří plošek svítivá dioda bliká.

Do plošek senzoru můžete vyvrtat dírký a umístit do nich šroubky s maticemi nebo nýty, aby bylo dotykové pole na straně součástek.

Pozměníte-li toto dotykové pole tak, že budete mít možnost spojit plošky A a B s oběma logickými úrovněmi, můžete dosáhnout výsledného jevu podle tabulky (L – dotyk mezi ploškou vstupu hradla a 0 V, H – dotyk též plošky a kladného pólu zdroje):

A	B	D
L	L	svítí
H	L	svítí
L	H	nesvítí
H	H	blíká

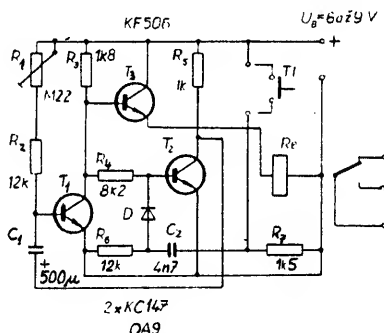
Úprava dotykového pole spočívá ve vynechání rezistorů R5 a R6 a propojení příslušných děr neizolovaným vodičem o  $\varnothing$  1 mm (obr. 25, pohled ze strany součástek).

#### Seznam součástek

R1	rezistor 68 k $\Omega$
R2	rezistor 1 M $\Omega$
R3	rezistor 180 $\Omega$
R4	rezistor 3,3 k $\Omega$
R5, R6	rezistor 10 M $\Omega$
C	kondenzátor 100 nF
D	svítivá dioda (např. LQ100 ...)
T	tranzistor n-p-n (KSY21 ...)
IO	integrovaný obvod MHB4011
	objímka DIL 14 pro integrovaný obvod
	tři šroubky s maticemi nebo nýtky

## Časový spínač

Schéma spínače je na obr. 26. První část je monostabilní multivibrátor s tranzistory T1 a T2. Druhá část s tranzistorem T3 ovládá relé Re. Po připojení dohotoveného přístroje k provoznímu napětí vede tranzistor T1;



## Technické údaje

Provozní napětí: 9 V.  
Odběr proudu: max. 200 mA.  
Maximální spínací napětí: 12 V.  
Rozměry: 45 × 35 × 25 mm.

### Seznam součástek

R1	odporový trimr 100 kΩ (TP 040)
R2, R4	rezistor 1 kΩ
R3	rezistor 560 Ω
C	elektrolytický kondenzátor 2 μF (TE 986)
D	křemiková fotonka (1PP75 . . . , příp. germaniové typy 11PN70, 12PN70 . . . )
T1	tranzistor n-p-n (KC147 . . . )
T2	tranzistor n-p-n (KF506 . . . )
Re	relé se spínacím proudem asi 100 mA (modelářské AR-2 . . . )

## Nízkofrekvenční předzesilovač

Návrh předzesilovače vychází z požadavku využití levných součástek a z požadavku bezchybné funkce podle popisu i pro začátečníka, který dosud nemá mnoho zkušeností.

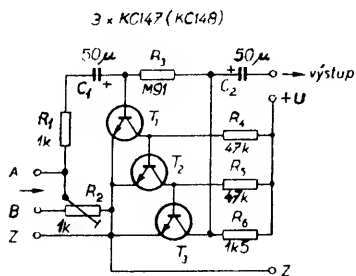
Obvod je navržen tak, aby ho bylo možno použít co nejuniverzálněji a aby současně poskytoval možnost praktických pokusů a různých kombinací. Uvedené příklady využití proto můžete rozšířit podle vlastní fantazie a potřeb.

Napětí získávaná z různých zdrojů nízkofrekvenčního signálu jsou většinou relativně malá a nemohou vybudit výkonový zesilovač, případně se při vedení dlouhými kabely dále zmenšují. Proto se k jejich zpracování používají předzesilovače, které mají obvykle malé rozměry a signál vhodně zesilují.

Na obr. 40 je schéma zapojení přímovězaného zesilovače se třemi křemíkovými tranzistory. Přímou vazbu lze u křemíkových tranzistorů použít proto, protože mají malé zbytkové proudy a jsou málo závislé na teplotě okolí. Přímá vazba má různé výhody – především jsou menší náklady na pořízení potřebných součástek a zesilovačem přenášené kmitočtové pásmo je obvykle velmi široké.

Popisovaný předzesilovač má dolní přenášející kmitočet asi 20 Hz, horní kmitočet je asi 100 kHz. Zesílení je díky přímé vazbě (bez kondenzátorů a transformátorů) v celém přenášeném kmitočtovém pásmu téměř konstantní.

Také použití záporné zpětné vazby, realizované rezistorem R3, zlepšuje vlastnosti předzesilovače. Zpětná vazba zmenšuje nelineární zkreslení, zvětšuje vstupní odpor a zmenšuje výstupní odpor. Působí i jako „stabilizační“ činitel při změnách napájecího napětí.



Obr. 40. Zapojení nízkofrekvenčního předzesilovače

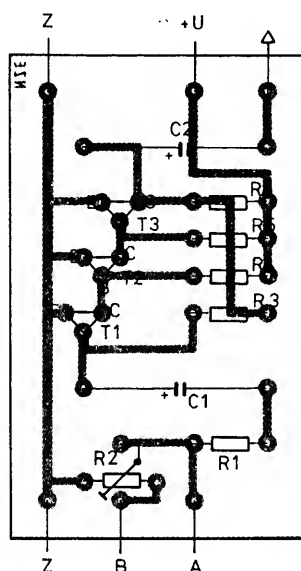
Volbou rezistoru R3 lze řídit účinnost záporné zpětné vazby. Při odporu rezistoru R3 podle schématu je zesílení předzesilovače asi 1000.

Pracovní body tranzistorů se nastavují automaticky, jsou však závislé na proudovém zesilovacím činiteli tranzistorů. Za pozornost stojí ještě ta skutečnost, že tranzistory pracují při malém napětí  $U_{CE}$  (kolektor-emitor), neboť  $U_{CE}$  jednoho tranzistoru se rovná napětí báze-emitor následujícího tranzistoru.

Zesilovač je na vstupu a výstupu stejnosměrně oddělen od připojených zařízení.

Odporový trimr R2 je zapojen paralelně ke vstupu a lze jím upravit velikost vstupního napětí. Trimr můžete zapojit do obvodu jen tehdy, potřebujete-li zmenšit vstupní napětí.

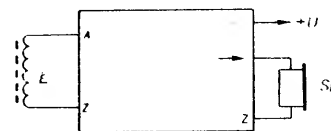
Součástky předzesilovače jsou zapojeny na desce s plošnými spoji podle obr. 41.



Obr. 41. Deska s plošnými spoji předzesilovače

Zapojení podle obr. 42 umožňuje použít nízkofrekvenční předzesilovač k připojení telefonních hovorů, a to bez zásahu do telefonního přístroje. K tomuto účelu je třeba k plášti telefonního přístroje (do vhodného místa) přiložit snímácí cívku L. Maximální hlasitost můžete seřídit posouváním cívky L po plášti telefonního přístroje. Na výstupu jsou pro pokusný provoz připojena sluchát-

ka; jinak lze výstupní signál zesilovat např. jednoduchým koncovým zesilovačem, který

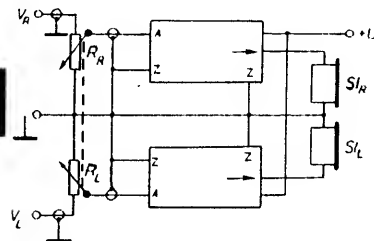


Obr. 42. Nízkofrekvenční předzesilovač jako zesilovač telefonních hovorů

dokáže vybudit reproduktor. Cívka L je navinuta na feritovém jádru o  $\varnothing$  10 mm a délce 80 mm, má asi 1000 závitů měděného lakového drátu o  $\varnothing$  0,1 mm.

Vzhledem k dobrým přenosovým vlastnostem nízkofrekvenčního předzesilovače se nabízí využít dvou těchto obvodů ve stereofonním provozu. Na obr. 43 je blokové

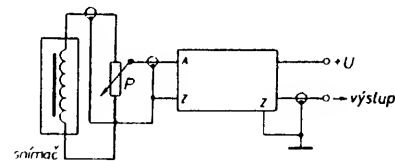
A715



Obr. 43. Dva nízkofrekvenční předzesilovače jako stereofonní předzesilovač k rozhlasovému přijímači

schéma se dvěma nízkofrekvenčními předzesilovači pro poslech na sluchátka. Na vstupy  $V_R$  a  $V_L$  se přivádí stereofonní signál např. z přijímače (z jeho tzv. diodového výstupu). Hlasitost obou kanálů se řídí tandemovým potenciometrem  $R_R$ ,  $R_L$  s odporovou dráhou 10 kΩ (lineární). Potenciometr je připojen tak, že slouží jako stereofonní váha, balance. Oba vstupy je třeba propojovat stíněnými kablíky.

Malé rozměry předzesilovače umožňují použít ho i jako zesilovač k elektrické kytarě. Napájecí napětí získáte buď z baterie, nebo můžete předzesilovač napájet ze síťového dílu výkonového zesilovače (je-li předzesilovač umístěn v kytarě). Zapojení je na obr. 44. K potlačení brumu je opět třeba spojit kytaru a výkonový zesilovač stíněným kablíkem.



Obr. 44. Předzesilovač ke kytarovému snímači

Použijete-li v předzesilovači všechny tranzistory s velkým proudovým zesilovacím činitelem, může se zesilovač samovolně rozkmitat. Je-li předzesilovač takto náchylný k oscilacím, zkuste vzájemně prohodit jednotlivé tranzistory, popř. zapojte kondenzátor 30 až 60 pF mezi kolektor a bázi tranzistoru T3.

## Technické údaje

Provozní napětí: 9 V.  
Odběr proudu: 4 až 7 mA.

Maximální vstupní napětí: 1 mV.  
Zesílení: 1000.  
Kmitočtový rozsah: 20 Hz až 100 kHz.  
Rozměry: 65 × 40 × 20 mm.

#### Seznam součástek

R1	rezistor 1 kΩ
R2	odporový trimr 1 kΩ (TP 040)
R3	rezistor 0,91 MΩ
R4, R5	rezistor 47 kΩ
R6	rezistor 1,5 kΩ
C1, C2	elektrolytický kondenzátor 50 μF
T1 až T3	tranzistor n-p-n (KC147, KC148 ...)

### Tremolo se svítivou diodou

Svítivá dioda a dostatečně rychle reagující fotorezistor vám nahradí optoelektronický člen v přístroji, který ocení hudební skupiny: tremolo pro kytaru, varhany apod. Jistě by bylo možné použít místo svítivé diody žárovku – zařízení by však nepracovalo tak uspokojivě vzhledem k pomalému dohasínání vlákna žárovky. Důležité však je, aby byl vybrán takový fotorezistor, který zaznamenává i rychlé změny svitu svítivé diody.

Obvod tranzistoru T1 je zapojen jako laditelný oscilátor, jehož kmitočet lze plynule měnit potenciometrem P2 v rozmezí asi 2 až 9 Hz. Hloubku modulace tremola nastavíte potenciometrem P1, spínačem S můžete

efektivně zesilovač od řízeného obvodu odpojit.

Signál oscilátoru postupuje z kolektoru tranzistoru T1 přes spínač S a kondenzátor C5 na bázi tranzistoru T2. Kladné půlvlny signálu tranzistor otevírají, proud procházející rezistorem R8 rozsvítí svítivou diodu. Ta je opticky „svázána“ s fotorezistorem R<sub>f</sub>, který snímá její světelné změny.

K vývodu A je přiveden vstup a k vývodu B výstup řízeného signálu. Směšování tohoto signálu se signálem oscilátoru tremola nastavíte odporovým trimrem P3. Schéma zapojení tremola je na obr. 45.

Přístroj je postaven na dvou deskách s plošnými spoji, které jsou spájeny příslušnými ploškami kolmo k sobě. Spínač a potenciometry jsou zasunuty zevnitř, ze strany měděné fólie. Podložte je proto papírovou podložkou (dodávají se obvykle s potenciometrem), aby kovové pouzdro potenciometrů nezkratovalo spoje desky. Můžete také použít některý z potenciometrů spřažený se spínačem a na původní místo pro spínač umístit např. žárovku či další svítivou diodu, indukující provoz přístroje. Pro napájení tohoto indikátoru jsou určeny body, označené Ž – při použití svítivé diody nezapomeňte zapojit rezistor R11, který omezuje proud svítivé diody – při zapojení žárovky na vhodné napětí propojíte pájecí body pro rezistor R11 drátovou spojkou.

Provedení obou desek s plošnými spoji je na obr. 46, zapojení součástek na těchto deskách na obr. 47.

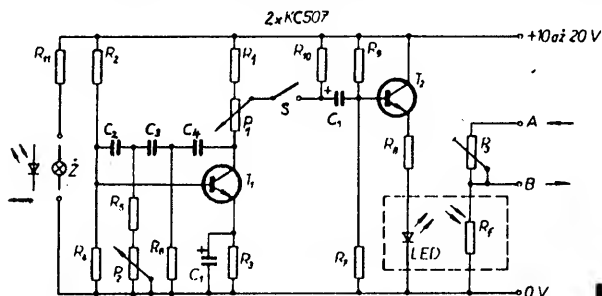
Svítivou diodu tremola a fotorezistor umístěte do společného pouzdra (slepte např. malou trubičku z černého papíru a navlékněte na tyto součástky), aby okolní světlo neovlivňovalo fotorezistor R<sub>f</sub>. Stejného efektu dosáhnete, bude-li celý přístroj uzavřen v neprůhledné krabici.

Nebudete-li mít po ruce tantalové elektrolytické kondenzátory, můžete je nahradit tak, že na jejich místo zapojíte vždy 3 ks keramických kondenzátorů, každý s kapacitou 150 nF.

Při provozním napětí 18 V (čtyři ploché baterie) odebíral prototyp celého přístroje proud asi 6 až 7 mA.

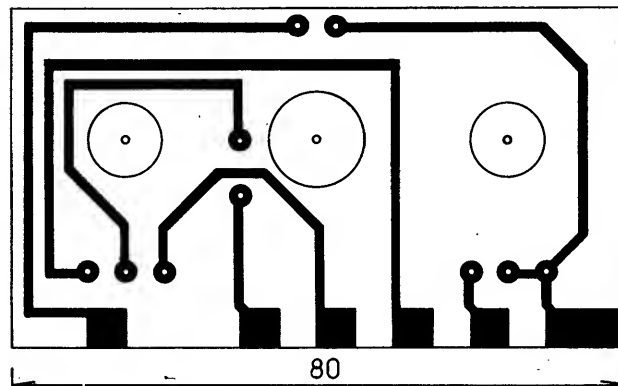
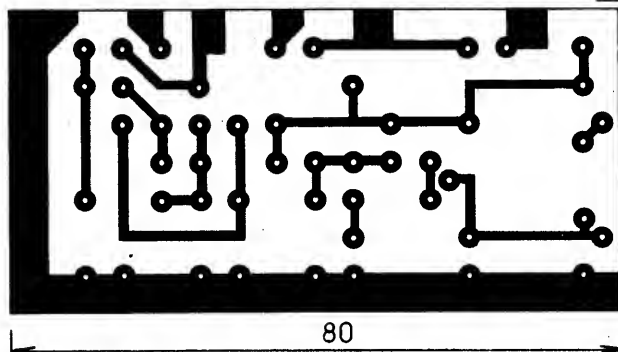
#### Seznam součástek

R1	rezistor 3,9 kΩ
R2	rezistor 0,22 MΩ
R3, R8	rezistor 1,5 kΩ
R4, R6	rezistor 18 kΩ
R5	rezistor 4,7 kΩ
R7	rezistor 0,1 MΩ
R9	rezistor 68 kΩ
R10	rezistor 0,27 MΩ
R11	rezistor 1 kΩ
P1	lineární potenciometr 47 kΩ nebo 50 kΩ (TP 052c, TP 160, TP 180, TP 190 ...)
P2	lineární potenciometr 10 kΩ (TP 052c, TP 160, TP 190 ...)
P3	odporový trimr 47 kΩ (TP 041)
C1	elektrolytický kondenzátor 100 μF (TE 981)
C2 až C4	elektrolytický kondenzátor tantalový 0,47 μF (TE 125) nebo tři keramické kondenzátory 150 nF paralelně
C5	elektrolytický kondenzátor 10 μF (TE 986)
T1, T2	tranzistor n-p-n (KC507, KC508, KC509, BC107, BC108, BC109, BC237 ...)
LED	svítivá dioda (LQ100 ...)

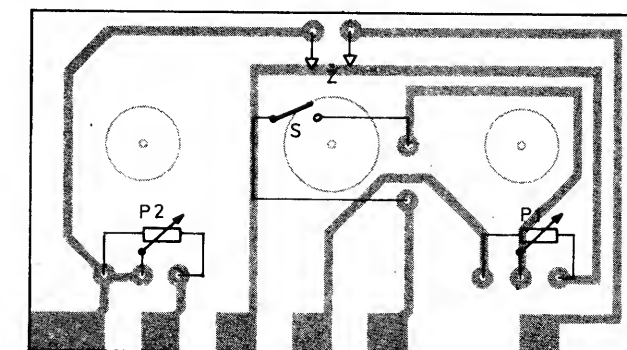
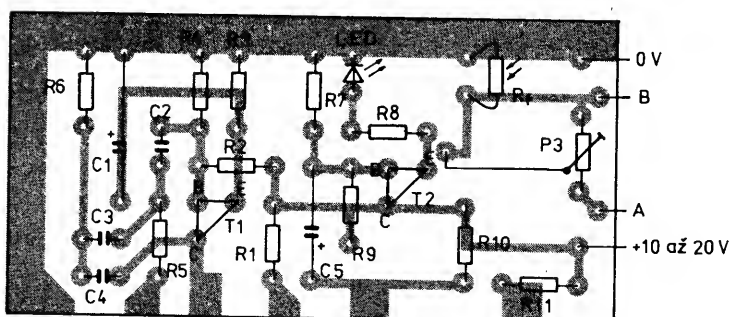


Obr. 45. Schéma zapojení tremola s LED

A716a



Obr. 46. Desky s plošnými spoji tremola



A716b

Obr. 47. Osazené desky s plošnými spoji tremola

R<sub>f</sub> fotorezistor (např. WK 650 60)  
S spínač

## IV. Letní činnost

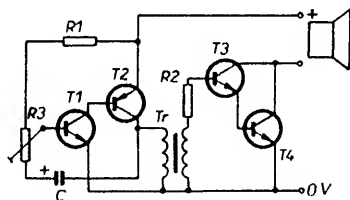
Pro letní tábory jsme náměty připravovali tak, aby je bylo možné zhotovit v „polních“ podmínkách a pokud možno na táboře využít. Jistě se pamatujete např. na přístroj Správná stopa, určený pro noční bojové hry. Různá hlídací zařízení, pomůcky pro táborové hry (např. megafon) – všechny se nám sem nevejdou.

Mnohé návrhy byly také zařazeny do technických soutěží, především o zadaný elektronický výrobek. Tak se mohli táborníci – mladí elektronici zapojit do přípravy, konstrukce, které se pak díky soutěžím a zveřejněním soutěžních úkolů v různých časopisech rozšířily po celé republice. Způsob řešení zadaných úkolů soutěžícími napověděl pak autorům, jak byl jejich návrh úspěšný a podnětný.

Tato kapitola obsahuje jen několik z méně známých námětů rubriky R 15 pro letní činnost.

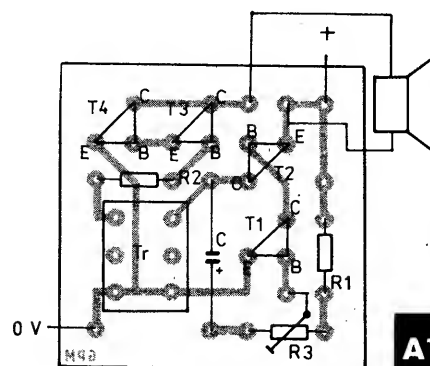
### Generátor pro modeláře

Na obr. 48 je schéma generátoru, který napodobuje zvuk spalovacího motoru. Může být umístěn např. v modelu automobilu, lodi apod. Po připojení zdroje ke generátoru se ozve zvuk, který připomíná motor, dostávající se pomalu „do otáček“. Odporový trimr R3 je určen k nastavení požadovaného kmitočtu.



Obr. 48. Generátor pro modeláře

Podstatou zapojení je blokovací oscilátor a následující zesilovač. Oscilátor je se zesilovačem vázán tzv. budícím transformátorem ze staršího tranzistorového přijímače, nejlépe miniaturním. Takové transformátory se používaly zejména v zapojeních s germaniovými tranzistory a objevují se ještě za malou cenu ve výprodeji. Poměr vinutí není kritický (u prototypu byl poměr primární: sekundární vinutí 4:1).



Obr. 49. Deska s plošnými spoji generátoru

Součástky generátoru jsou umístěny na desce s plošnými spoji podle obr. 49, napájecí napětí vyhovuje od 4,5 do 6 V.

### Seznam součástek

R1	rezistor 24 kΩ
R2	rezistor 5,6 kΩ
R3	odporový trimr 0,22 MΩ (TP 040)
C	elektrolytický kondenzátor 20 μF, 15 V
T1, T3, T4	tranzistor n-p-n (KF507 ...)
T2	tranzistor p-n-p (KF517 ...)
reproduktor	8 Ω
Tr	vazební transformátor

### Mírumilovná myši past

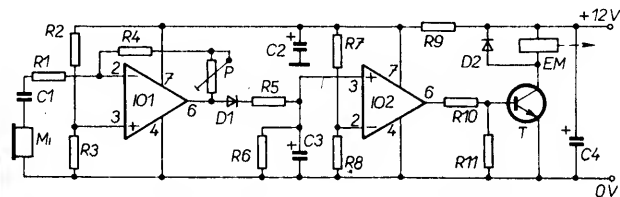
Kdepak myši na táboře! Ale co s nimi, když je s námi oddíl ochránců přírody a jeho členové odsuzují zabíjení myši smrticemi pastičkami. I když však mají pro myši porozumění, nemíní s nimi sdílet společné pro-

story a zásoby potravin. Myši nepatří k vymýrajícím druhům a proto jim přece jen musíme dát občas najevo, kdo je jejich pánem. Jenže: kočka na tábor nepatří také.

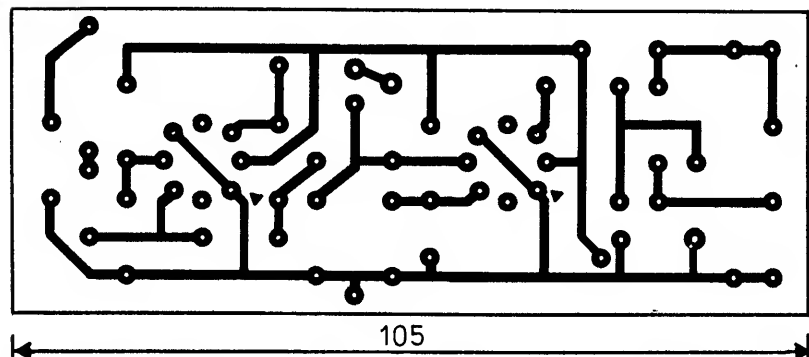
Bylo již mnoho nápadů, jak myši chytat či zapudit – zde je jedno z možných řešení pro mladé elektroniky.

Jistě pochopíte princip pasti: krabice s otevřenými dvířky a v ní kus voňavého syra. Myš, „oslněná“ vidinou syra, pravděpodobně přehlédne (a taky nemá to vzdělání), že dvířka jsou ovládána pružinou, že jsou zajištěna jen permanentním (trvalým) magnetem a také to, že sýr je položen na vestavěný mikrofon.

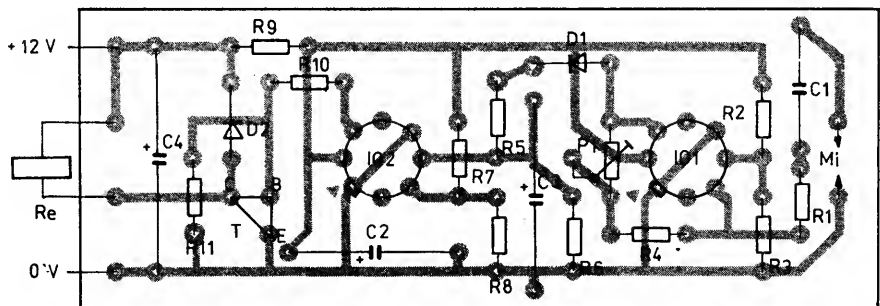
Elektronika pasti (obr. 50) je jednoduchá: při hluku, způsobeném myší, předá mikrofon slabé signály na integrovaný obvod IO1, který je zesílí (zesilení je řízeno odporovým trimrem P) a po usměrnění se jimi nabíjí elektrolytický kondenzátor C3. Po nabití kon-



Obr. 50. Schéma zapojení pasti na myši



Obr. 51. Možné řešení obrazce plošných spojů pasti



Obr. 52. Osazená deska s plošnými spoji pasti

denzátoru na určité napětí se aktivuje integrovaný obvod IO2 a tranzistor T – elektromagnet se vybudí. Protože je elektromagnet připevněn ke dvířkům tak, že jeho jádro bylo drženo trvalým magnetem (který je umístěn na stěně krabice), odpudí se nyní shodná magnetická pole obou magnetů a pružina „zabouchne“ myši dvířka.

Použijte krystalový mikrofon nebo vložku, které pevně připevníte ke dnu krabice. Na mikrofon přilepte malý šroubek, na který volně nasadíte tenký kousek plechu tak, aby se nepatrně pod myši pohyboval. Plíšek bude také přidržovat nástrahu. Posouvání

plechu po mikrofonu stačí pro dobré vybuzení integrovaného obvodu IO1.

Obr. 51 představuje jedno z možných řešení obrazce plošných spojů, na obr. 52 je umístění součástek na desce. Tvar desky s plošnými spoji budete samozřejmě volit podle použité krabičky.

Cívka elektromagnetu je na kostře z plastické hmoty (např. cívka na spodní nitě k šicímu stroji) o  $\varnothing$  18 mm, zcela vyplněné drátem o  $\varnothing$  0,1 mm CuL.

Nevím, co potom budou členové oddílu Ochránci přírody s myškami dělat. Proslychá se, ale určitě je to jen pomluva, že letos místo tradiční výpravy pro vlajku sousedního táboru tajně odnesou nachtýtané myši do kuchyně nepřátelského tábora. Že by chtěli své „protivníky“ tímto způsobem vyhladovět?

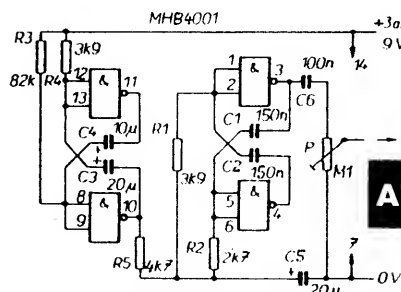
#### Seznam součástek

R1	rezistor 1 k $\Omega$
R2, R3, R7	rezistor 47 k $\Omega$
R4	rezistor 0,1 M $\Omega$
R5, R9	rezistor 100 $\Omega$
R6	rezistor 0,22 M $\Omega$
R8	rezistor 68 k $\Omega$
R10	rezistor 4,7 k $\Omega$
R11	rezistor 2,7 k $\Omega$
P	odporový trimr 1 M $\Omega$ (TP 040)
C1	kondenzátor 330 nF
C2, C3	elektrolytický kondenzátor 100 $\mu$ F, 15 V
C4	elektrolytický kondenzátor 200 $\mu$ F, 15 V (220 $\mu$ F)
IO1, IO2	integrovaný obvod MAA741
T	tranzistor n-p-n (KC507, BC547, KF508 ...)
D1, D2	křemíková dioda (KA207, 1N4148 ...)
Mi	krystalový mikrofon nebo mikrofonní vložka
EM	elektromagnet 12 V tažná pružina

### Elektronická siréna

Elektronická siréna ve spojení s poplachovým zařízením, o kterém se dočtete v jiném místě této kapitoly, na letní tábor přímo patří. „Srdcem“ následujícího zapojení je integrovaný obvod typu MHB4001 (obr. 53). Na schématu vidíte, že zapojení tónového i taktovacího generátoru jsou shodná. Změnou odporu rezistorů R1 až R4 a změnou kapacity kondenzátorů C1 až C4, připojených k vývodům integrovaného obvodu, můžete kmitočet obou generátorů snižovat či zvyšovat.

Sirénu můžete bez potíží sestavit a doladit i na univerzální desce s plošnými spoji. Obrazec spojů desky, navržené pro zapojení sirény, je na obr. 54. Při pájení součástek a vývodů si možná povšimnete malé změny,



Obr. 53. Schéma zapojení elektronické sirény

která nemá vliv na funkci a zjednodušila spojový obrazec: na schématu je odporový trimr P připojen k prvnímu výstupu (vývod 3), na desce k výstupu druhého hradla (vývod 4). Provozní napětí sirény je mezi třemi až devíti volty. Stabilita napájecího napětí má samozřejmě vliv na stabilitu kmitočtu generátorů.

Odporovým trimrem P řídíte hlasitost vstupního signálu. Na výstup připojte sluchátka, popř. nízkofrekvenční zesilovač. Vstup nízkofrekvenčního zesilovače je třeba od sirény stejnosměrně oddělit kondenzátorem s kapacitou asi 0,1  $\mu$ F.

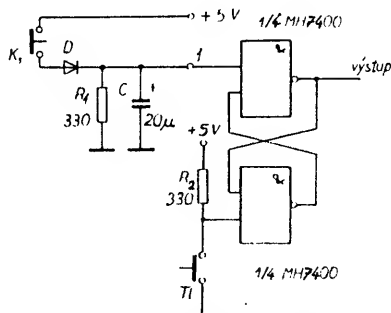
Pro integrovaný obvod CMOS je vždy výhodnější zapájet objímku, abyste jej mohli při „ladění“ sirény vyjmát. V žádném případě nezkoušejte měnit tón sirény přikládáním různých (zejména elektrolytických) kondenzátorů při chodu sirény – velmi snadno lze tak integrovaný obvod MHB4001 zničit.

#### Seznam součástek

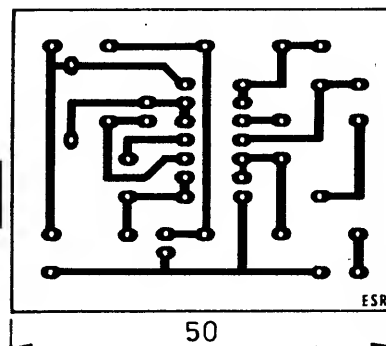
R1, R4	rezistor 3,9 k $\Omega$
R2	rezistor 2,7 k $\Omega$
R3	rezistor 82 k $\Omega$
R5	rezistor 4,7 k $\Omega$
C1, C2	kondenzátor 0,15 $\mu$ F
C3, C5	elektrolytický kondenzátor 20 $\mu$ F (TE 004)
C4	elektrolytický kondenzátor 10 $\mu$ F (TE 005)
C6	kondenzátor 0,1 $\mu$ F
P	odporový trimr 0,1 M $\Omega$ (TP 040)
IO	integrovaný obvod MHB4001 objímka DIL 14

### Víceúčelové poplachové zařízení

Elektrotechnik na táboře by měl být „původcem“ táborového vybavení, usnadňujícího táborníkům pobyt. Nemám na mysli televizory a podobná zařízení, které snad raději nechte doma. Avšak: co kdyby měla noční hlídka na pomoc jednoduché poplachové zařízení, které by dokonale střežilo všechny přístupové cesty a při narušení



Obr. 55. Poplachové zařízení s jedním vstupem (rozpinací kontakt)



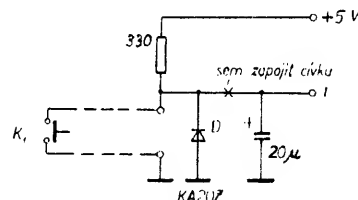
táborového prostoru přímo určilo místo, kudy návštěvník přichází?

Na obr. 55 je základní zapojení klopného obvodu s jedním vstupem. Na tomto vstupu je v klidové poloze úroveň log. 1 díky klidovému kontaktu K1. Je-li tento kontakt krátce rozpojen, přejde vstup díky rezistoru R1 na nulovou úroveň a výstup na úroveň log. 1 – impuls pro zahájení poplachu. Stisknutím tlačítka T1 je při uzavřeném kontaktu K1 možno poplach zrušit.

Všechny vstupy hradel NAND musí mít přesně definovanou úroveň (log. 0 nebo log. 1), nezapojené vstupy zavinují poruchy funkce. Proto je např. zapojen rezistor R2.

Zapojení s klidovým kontaktem může pracovat nespolehlivě, je-li přívod ke kontaktu příliš dlouhý. V tom případě přívodní vodiče zkrutíte nebo ještě lépe použijte stíněný kabel.

Kapacitní či indukční rušivé impulsy mohou přivést citlivý vstup klopného obvodu k odpovídající odezvě. Dioda D na obr. 55 zabraňuje průchodu negativních signálů v době, kdy má být vstup krátce spojen s nulovou úrovní. Kondenzátor C udržuje úroveň v okamžicích negativního rušivého signálu; jak velké rušivé signály mohou být potlačeny, to závisí na časové konstantě, tj. na odporu rezistoru R1 a kapacitě kondenzátoru C. Změnou odporu rezistoru a kapacity kondenzátoru můžete libovolně měnit časovou konstantu obvodu. Rezistor však nezvětšujte nad 330  $\Omega$ , abyste zajistili správnou funkci tlačítka T1. Poplachový signál

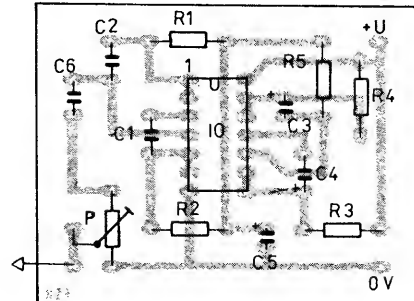


Obr. 56. Poplachové zařízení z obr. 55 se spínacím kontaktem

musí být tedy delší než rušivé impulsy, které se na vstupu vyskytují.

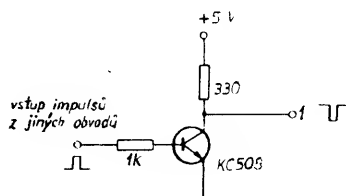
Na obr. 56 je zapojení se spínacím kontaktem. Dioda D zamezuje tomu, aby byla úroveň vstupu proti zemi záporná. Zatímco předchozí zapojení předpokládá průměrný proud obvodu na každý kontakt asi 15 mA, je zapojení na obr. 56 sice úspornější, ale je naproti tomu citlivější na rušivé impulsy. Při dlouhém otevřeném vedení ke kontaktu K1 je nutno případně zapojit cívku s odpovídající indukčností (na místě, označeném na schématu křížkem).

Zapojení s tranzistorem, který odděluje „předstupné“ poplachové zařízení, je na obr. 57. Takovými předstupni může být např.

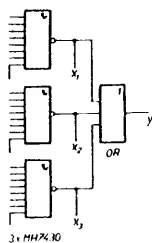


Obr. 54. Deska s plošnými spoji sirény

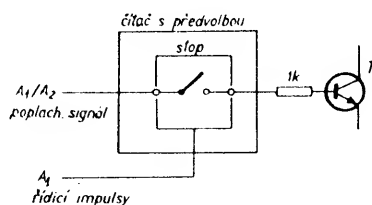




Obr. 57. Ovládání vstupu poplachového zařízení oddělovacím tranzistorem



Obr. 59. Rozšíření přístroje pro 21 vstup



Obr. 60. Princip samočinného zrušení poplachu čítačem s předvolbou

světelné čidlo, kapacitní spínač apod. Případně rušivé signály lze při tomto zapojení zcela potlačit různými filtry.

Rozsah činnosti je již jasný a proto se věnuje úplnému zapojení vyzkoušeného přístroje na obr. 58. Jako hlavní součást je použito hradlo NAND MH7430 s osmi vstupy, z nichž sedm lze použít ke střežení různých míst. Celý přístroj obsahuje ještě jeden integrovaný obvod typu MH7400 a jeden MH7404. Vstupy 1 až 4 obvodu MH7430 jsou spojeny s klidovými (rozpínacími) kontakty, zbývající tři jsou k dispozici pro další možná zapojení různých čidel a jsou-li nevyužity, jsou spojeny s kladným pólem zdroje. Svítivé diody LED1 až LED4 svítí při přerušení příslušného kontaktu K1 až K4, dioda LED5 svítí, je-li přístroj připraven k provozu. Impulsní generátor je zapojen ze dvou hradel NAND a dvou invertorů a dává při poplachu pravouhlé impulsy, jejichž kmitočet můžete nastavit v rozmezí 1 až 10 Hz. Tyto impulsy se přivádějí na svítivou diodu LED6, která upozorňuje blikáním na poplachový stav. Na výstupu obvodu MH7430 je však v tomto případě trvalý stav s úrovní log. 1 pro další zpracování (úroveň klopného obvodu lze snímát z bodů 9 a 10 přímo obvodů TTL).

Na kontakty relé Re lze připojit libovolné poplachové přístroje. Při přepnutí přepínače Př do polohy A1 bude relé spínat souhlasně s impulsy generátoru a může přerušované spínat zvonek či varovné světlo. V poloze A2 zůstává relé při poplachu trvale sepnuto a může uvádět do provozu např. zesilovač a magnetofon s nahrávkou varovného textu, voláním o pomoc atd. anebo třeba elektronicou sirénu.

Samostatný napáječ pro poplachové zařízení může být zkonstruován např. s monolitickým stabilizátorem napětí 5 V (např. MA7805) z baterie nebo akumulátoru 12 V. Při napětí 5 V odebírá přístroj necelých 100 mA, tj. má příkon 1,2 W. To snadno „zvládne“ i malý akumulátor. Integrované

obvody a svítivé diody a také klidové kontakty jsou pak napájeny z pětivoltového zdroje nezávislého na výpadku elektrické sítě. Je samozřejmé, že i další přístroje celého zařízení musí být napájeny z baterie (zvonek, siréna apod.).

Pro ochranu hlídaného prostoru poslouží např. kontakty z jazýčkových relé a malé trvalé magnety, které udržují kontakty sepnuté do okamžiku, kdy někdo magnet oddálí – např. zakopnutím o provázek, ke kterému je magnet přivázán. U dveří jídelny lze namontovat v místech zámku koncový spínač, který je zamčeným zámkem sepnut a tím je zaručeno, že dveře nejsou jenom „zaklapnuté“.

Když je vše nainstalováno, seřizeno a vyzkoušeno, můžete přístroj zapnout. Stiskněte tlačítko T1 a překontrolujte, zda jsou všechny kontakty K1 až K4 sepnuty (jinak svítí příslušná svítivá dioda). Pro kontrolu musí svítit i LED5 – přístroj je tedy „ve střehu“. Rozpojením některého „hlídacího“ kontaktu se rozblíká LED6. Dokud je přepínač Př v poloze 0, jsou při těchto zkouškách odpojeny výkonové díly zařízení.

Jestliže mezi body X a Y (výstup MH7430) zapojíte hradlo typu OR, můžete počet hlídaných stanovišť libovolně rozšířit – na obr. 59 např. na 21 vstupů se třemi MH7430. Místo hradla OR lze použít oddělovací diody.

Pokud je vhodné poplachové signály po určité době vypnout, můžete zapojit místo přepínače Př čítač s předvolbou, který zastaví poplach po příchodu stanoveného počtu impulsů z generátoru (obr. 60). Impulsy jsou snímány z bodu A1 – přitom je poplachové zařízení trvale sepnuto, na což upozorňuje blikající LED6.

Poplachové zařízení je postaveno na desce s plošnými spoji (obr. 61) a všechny integrované obvody i relé byly zasunuty do objímek DIL 14. Bylo totiž použito „integrované“ relé ZS 190 001, které má stejné upravené vývody. To však není podmínkou, vyhoví jakékoli relé s odporem cívký asi

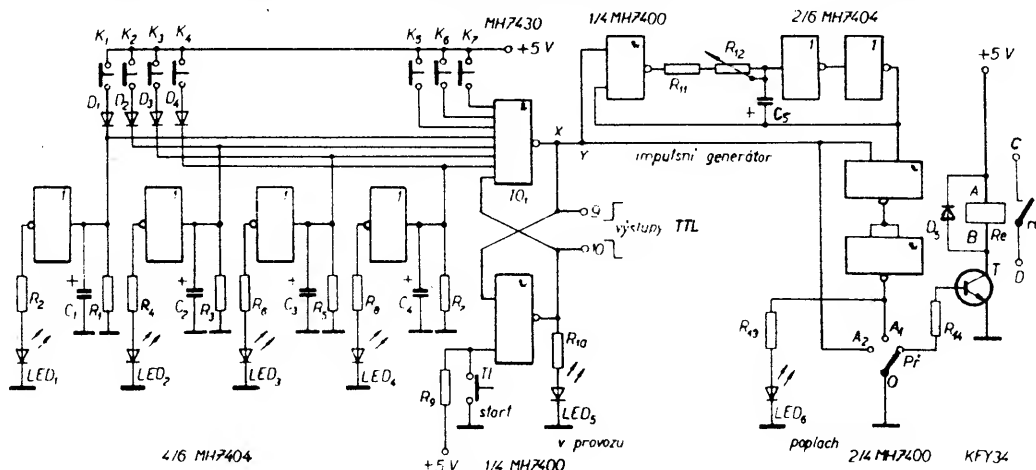
40 Ω – musí spínat při 5 V. Cívka relé je na desce s plošnými spoji (zapojení součástek na obr. 62) připojena do bodů A a B, kontakty relé na body C a D.

Bočnice krabičky jsou zhotoveny z kousků Kuprexitu, které jsou připájeny přímo na obvodovou „linku“ desky s plošnými spoji – pozor: je na ní kladný pól zdroje. Na jedné stěně jsou izolovaně umístěny svorky pro klidové kontakty, dvě další pro připojení vnějšího přístroje (sirény, klaksónu...) na kontakty relé.

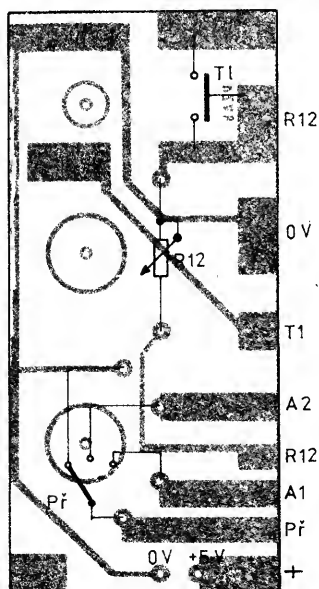
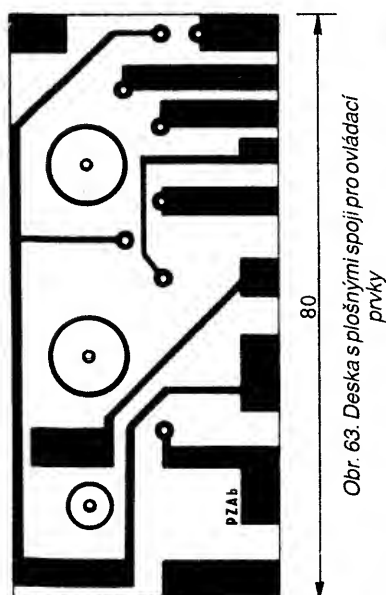
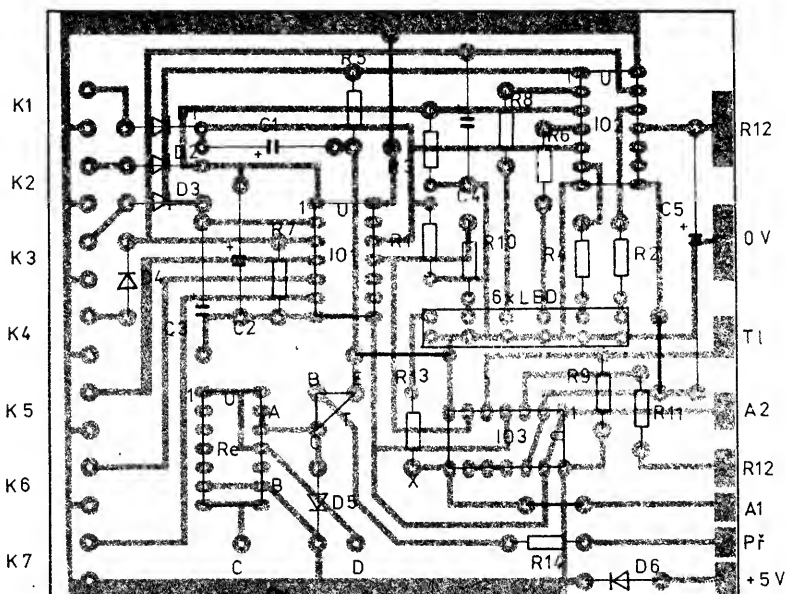
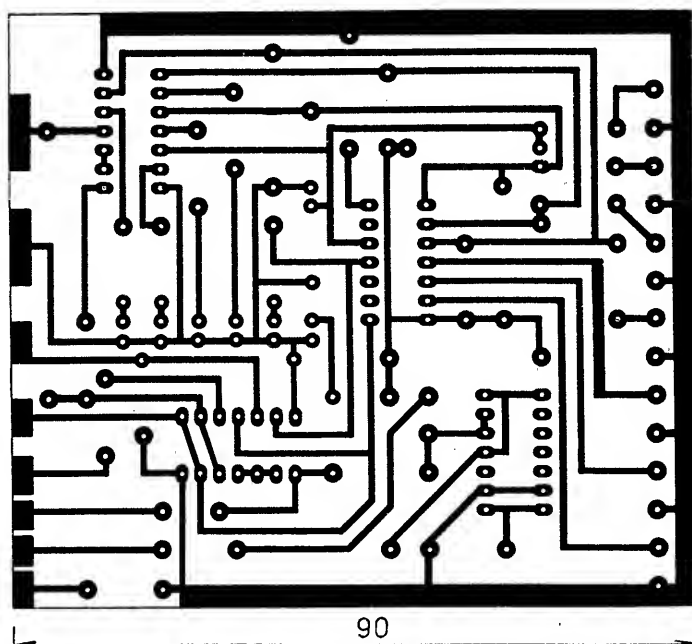
Ovládací prvky jsou umístěny na boční stěně, kterou tvoří deska s plošnými spoji na obr. 63. Výstupní pájecí plošky jsou shodné s vývody na nosné desce, takže je stačí propájet. Pro svítivé diody, pokud je použijete, je vyvrtáno šest děrek ve víku krabičky. Poplachové zařízení bude ovšem pracovat uvedeným způsobem i tehdy, jestliže svítivé diody vynecháte, slouží pouze k indikaci stavů a samozřejmě usnadňují posouzení situace.

#### Seznam součástek

R1 až R10, R13	rezistor 330 Ω
R11	rezistor 100 Ω
R12	potenciometr 1 kΩ/N (TP 052c)
R14	rezistor 1 kΩ
C1 až C4	elektrolytický kondenzátor 20 μF (TE 984)
C5	elektrolytický kondenzátor 200 μF (TE 984)
D1 až D4	křemíková dioda (KA261...)
D5	křemíková dioda (KA207...)
D6	křemíková dioda (KY130/80...)
LED1 až LED6	svítivá dioda (LQ100...)
T	tranzistor n-p-n (KFY34, KF506, KF508...)
IO1	integrovaný obvod MH7430
IO2	integrovaný obvod MH7404
IO3	integrovaný obvod MH7400
Re	relé 5 V, 40 Ω (příp. jiné), v prototypu použit integrovaný typ ZS 190 001



Obr. 58. Poplachové zařízení se sedmi vstupy



# A720

TI spínací tlačítko  
Př jednobólový třípolohový přepínač  
(WK 533 00 . . . )  
K1 až K4 klidové kontakty (rozpínací)  
tři oblímkv DIL 14

## Kapacitní sonda

Sonda umožňuje sepnout indikaci – např. ve spojení s poplachovým zařízením – v okamžiku, kdy je rovnovážný stav porušen vnější přídavnou kapacitou.

Obvod s tranzistorem T1 (obr. 64) generuje kmity asi 600 kHz, které jsou přenášeny do vinutí L3 a L4 vazební cívky. Pokud jsou kapacity C3 a C4 vyváženy, je na kondenzátoru C5 nulové napětí a tranzistor T2 nemá na bázi žádný signál. Kondenzátor  $C_x$  je vytvořen např. dvěma hliníkovými fóliemi, nalepenými poblíž sebe na sklo okna apod. Jejich vzájemná poloha a vzdálenost určují kapacitu, kterou lze vyvážit kapacitním trimrem C3 tak, že je napětí na C5 nulové.

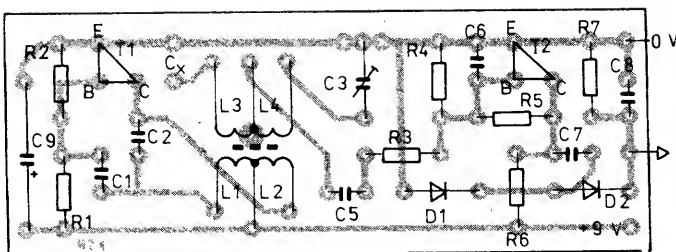
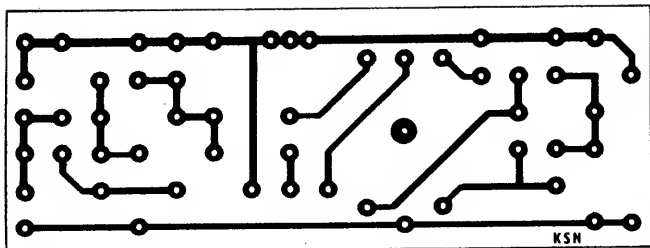
Jakmile se k hlíníkovým polepům někdo či nějaký předmět přiblíží, změní se kapacita obvodu a bázi tranzistoru T2 počne procházet proud. Při změně kapacity asi o 1 pF se totiž změní napětí na bázi zhruba o 0,5 V.

Po osazení desky s plošnými spoji podle obr. 65 připojte do bodů, označených  $C_x$  stíněný kablík, spojený s polepy – čídelm sondy. Mezi výstupní bod a nulu zdroje připojte voltmetr. Otáčením kapacitního trimru C3 nastavte napětí na výstupu na minimum. Odpojte voltmetr a místo něho připojte relé – ne však přímo, ale s příslušným stejnosměrným zesilovačem (můžete použít např. zapojení z námetu Světelné čidlo, u něhož místo fotonky zapojíte rezistor 470 až 560  $\Omega$ ; na bázi tranzistoru KC147 připojte výstup sondy). Odporovým trimrem světelného čidla nastavíte citlivost spínače.

Kapacitní sondu můžete propojit s přístrojem Poplachové zařízení při využití relé z námetu Světelné čidlo (relé má prepínací kontakt) dvojitým způsobem:

1. Využít obvod kapacitní sondy tak, aby relé nebylo sepnuto, má-li čidlo vstupní kapacitu, určenou např. hliďaným předmětem. Na sklo, které má zespodu nalepeny dva oddělené polepy hliníkové fólie, postavíme hliďaný předmět – např. vzácný táborový výrobek. Jakmile někdo předmětem pohne nebo jej z podložky sejme, zmenší se vstupní kapacita čidla a relé sepne. Jeho rozpínací kontakt uvede do provozu příslušný vstup poplachového zařízení, které je v činnosti i tehdy, jestliže „narušitel“ rychle předmět vrátí na místo. Obvod se rozladí samozřejmě již přiblížením ruky, takže je dost obtížné nahradit nenápadně původní výrobek jiným předmětem stejné velikosti.

2. Vyvážit kapacitní sondu tehdy, není-li poblíž čidla žádný předmět. Připojené relé



Obr. 65. Deska s plošnými spoji sondy

A722

pak reaguje na každou změnu kapacity čidla. Zařízení nemá v tomto případě velkou citlivost; nezaznamená tedy přítomnost osoby na větší vzdálenost.

Zapojíte-li místo poplachového zařízení na spínací kontakt relé počítadlo, můžete počítat impulsy. Lze také ovládat osvětlení vystaveného předmětu – přiložením ruky k určenému místu, pod nímž jsou umístěny polepy, rozsvítíte žárovku, osvětlující předmět. Na výrobek se proto zbytečně nesvíti, není-li to zapotřebí.

#### Seznam součástek

R1	rezistor 0,1 MΩ
R2	rezistor 6,8 kΩ
R3, R7	rezistor 8,2 kΩ
R4	rezistor 12 kΩ
R5	rezistor 68 kΩ
R6	rezistor 2,2 kΩ
C1	keramický kondenzátor 220 pF
C2, C5	keramický kondenzátor 1 nF
až C8	kapacitní trimr 3 až 20 pF
C3	(WN 704 24 ...)
C9	elektrolytický kondenzátor 10 μF
—	(TE 984)
L1	7 závitů { drátu o Ø 0,3 mm
L2	10 závitů { CuL na kostičce
L3	8 závitů { v hrnčkovém jádru
L4	8 závitů { H22 o průměru
	18 mm (ferit)
D1	germaniová dioda (GA201 ...)
T1, T2	tranzistor n-p-n (KC508 ...)

## V. Úspěšné konstrukce

Náměty z rubriky R 15 byly přijímány různě. Po některých téměř ani „pes neštěkl“, jiné získaly přízeň až nečekanou. Největší úspěch měly čtyři následující konstrukce: kapesní přijímač pro VKV (tento námět získal nejvíce čtenářů ke stavbě přístroje), zvonek s informační tabulí (stříbrná medaile na výstavě JIII v Japonsku), vánoční hvězda (zde nastala „aféra“ – zájemci jen velmi obtížně sháněli tehdy nedostatkové obvody CMOS typu 4060) a Rubikova kostka (hlavní cena JIII v Tokyu roku 1991). Poslední dva z těchto úspěšných návrhů následují v této kapitole.

### Rubikova kostka

Tento námět je vhodný spíše pro kolektiv, pro několik členů elektrotechnického kroužku, protože jednotlivci by si jej sám pro sebe asi nepostavil. Proto zde najdete elektrické zapojení a několik podrobností, abyste si konečnou úpravu přístroje mohli navrhnout sami.

Na základním panelu je umístěno zvolené množství modulů RKO (např. 4 × 4, jak tomu bylo u prototypu, ale může jich být jen

3 × 3 či naopak 5 × 5 apod.), sestavených do čtverce. U každé řady a každého sloupce je tlačítko. Přepínací tlačítko  $R_x$  (viz schéma na obr. 66) ovládá všechny moduly v řadě x, přepínací tlačítko  $S_y$  moduly ve sloupci y atd. Každé přepínací tlačítko je jištěno klopným obvodem ze dvou hradel NAND k potlačení zákmitů při sepnutí kontaktů. Použijte co nejvyšší kvalitnější tlačítka, nejlépe mikrosplínače.

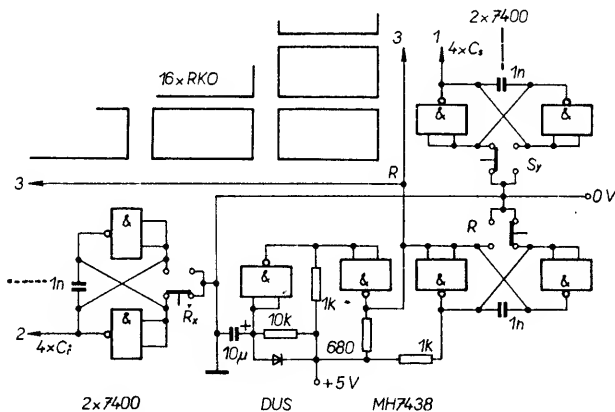
Poslední přepínací tlačítko R slouží k nastavení všech modulů na počáteční stav (žárovky všech modulů zhasnou). Použijete-li jako základní panel kuprextit, můžete na něm vyleptat plošné spoje pro přímé zapojení konektorů pro moduly, tlačítka a součástky klopných obvodů.

Modul RKO (obr. 67) využívá možnosti posuvného osmibitového registru MH74164. Vstupy  $C_s$  a  $C_r$  přenášejí vstupní impulsy z tlačítek a pět výstupů spíná výkonové tranzistory, v jejichž kolektorech jsou žárovky. Šestá poloha registru je výchozí – všechny žárovky zhasnou. Je proto zřejmé, že když stisknete tlačítko  $R_1$  a pak  $S_1$ , „překlopí se“ všechny moduly v první řadě a v prvním sloupci o jeden krok (rozsvítí se např. červené žárovky) kromě prvního společného modulu, který se posune o dva kroky (a svítí např. žluté – podle zvoleného

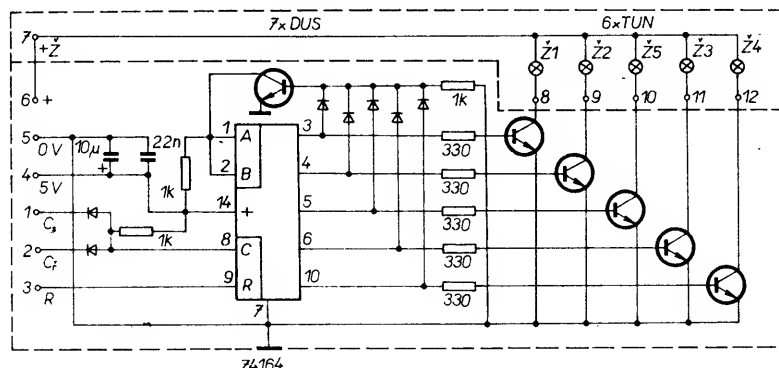
pořadí barev žárovek). Tak lze barevné pole rozrůznit a potom, ovšem mnohem obtížněji, opět srovnat do žádaného obrazce či do výchozí polohy.

U prototypu byl základní panel zhotoven z kuprextitu. Na místech modulů je připájeno po šesti miniaturních zdířkách, do kterých se moduly zasouvají. Tento systém umožňuje rychlou výměnu při závadě, proto je dobré mít navíc jeden – dva oživené moduly v zásobě. Zdírkami se přivádějí impulsy z klopných obvodů pro řady (vývod 2), sloupce (1) a nastavení (3), napětí +5 V (4) a další napětí podle žárovek (6), zdířka 5 je nula zdroje. Na modulu RKO je pak dalších šest zdírek (označených 7 až 12) pro zasunutí stejné velké desky se žárovkami. Modul RKO a deska se žárovkami jsou tedy vždy sestaveny „nad sebe“ a společně zasunuty do příslušných zdírek na základním panelu.

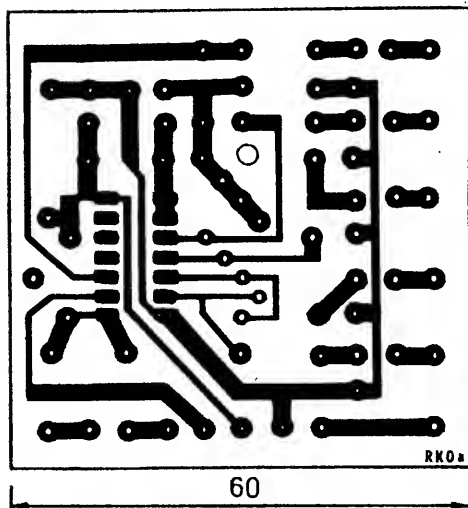
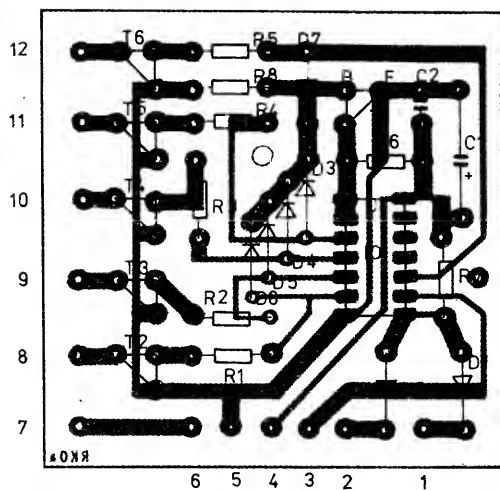
Z objímek E 10 pro žárovky jsou použity pouze výlisky závitů a ty jsou k desce připevněny s použitím izolačních podložek a šroubků s maticemi M3. Do nich jsou zašroubovány žárovky, obarvené barvou na sklo nebo textil. U prototypu bylo použito pořadí barev červená – žlutá – zelená – bílá (bezbarvá) – modrá. Pro šestou polohu (černou barvu) žárovku nepotřebujete. Světla



Obr. 66. Schéma zapojení obvodů na základním panelu s obvodem k ošetření zákmitů tlačítek a obvodem nastavení

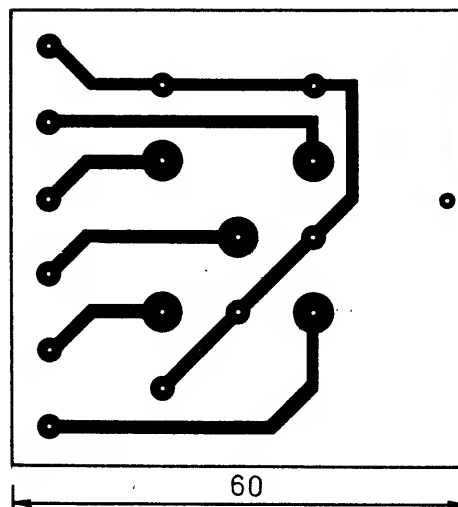


Obr. 67. Schéma modulu RKO



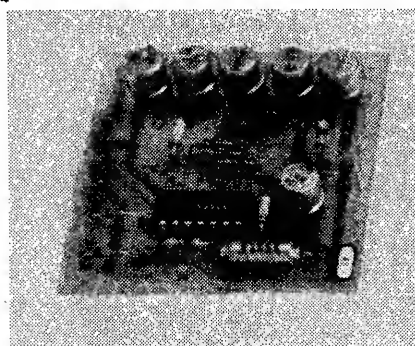
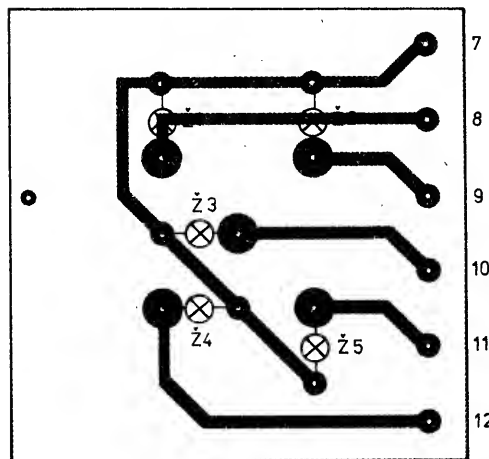
**A723**

Obr. 68. Obrázec spoji na desce s plošnými spoji pro modul RKO



**A724**

Obr. 69. Deska s plošnými spoji žárovek



Na obr. 68 je obrázek desky s plošnými spoji a jeho osazení součástkami pro modul RKO na obr. 69 pro desku žárovek.

#### Seznam součástek pro jeden modul RKO

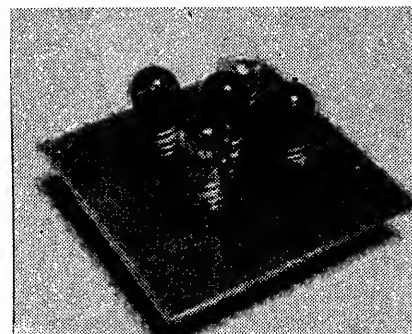
R1 až R5 rezistor 330  $\Omega$   
 R6 až R8 rezistor 1 k $\Omega$   
 C1 elektrolytický kondenzátor 10  $\mu$ F, 6 V  
 C2 keramický kondenzátor 22 nF  
 D1 až D7 křemíková dioda (KA206 . . .)  
 T1 až T6 tranzistor n-p-n  
 IO integrovaný obvod MH74164  
 Ž1 až Ž5 žárovka (viz text)  
 pět objímek žárovky E 10  
 dvanáct miniaturních zdířek

#### Seznam součástek pro obvod nastavení

R1 rezistor 10 k $\Omega$   
 R2, R4 rezistor 1 k $\Omega$   
 R3 rezistor 680  $\Omega$   
 C1 elektrolytický kondenzátor 10  $\mu$ F  
 C2 keramický kondenzátor 1 nF  
 D křemíková dioda  
 IO1 integrovaný obvod MH7438  
 R přepínací tlačítko nastavení

#### Seznam součástek pro jeden klopný obvod

C keramický kondenzátor 1 nF  
 IO2 integrovaný obvod MH7400 (půl pouzdra)  
 Ř, S přepínací tlačítko řady nebo sloupce



#### Vánoční hvězda

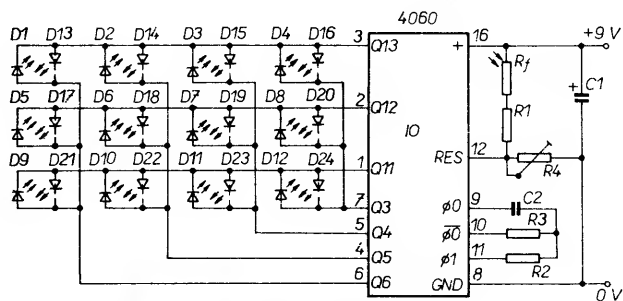
Nenáročnou konstrukci blikající hvězdy si můžete pro vánoční pohodu sestavit podle následujícího návodu i vy.

Jednoduchost elektronického řešení (obr. 70), které oživí váš vánoční stromek nebo okno, je umožněna zapojením čtrnáctistupňového binárního čítače CD4060, jehož výstupy řídí sestavu svítivých diod. Po setmění nebo zhasnutí světla v místnosti přejde vstup RESET přes odporový dělič R1, foto-rezistor R2 a odporový trimr R4 na úroveň log. 0. Oscilátor, realizovaný uvnitř integrovaného obvodu, dává spolu s kondenzátorem C2 a rezistory R2 a R3 impulsy. V jejich rytmu blikají svítivé diody D1 až D12 zdánlivě nepravidelně, ale zato velmi působivě.

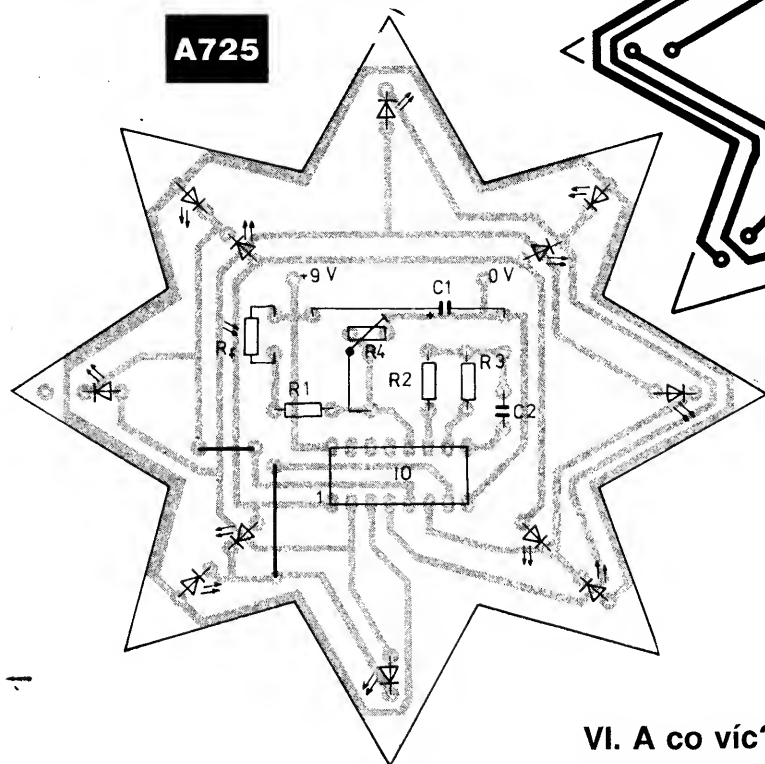
Chcete-li hvězdu zavěsit do okna a současně také vidět její blikání, připejte ze strany plošných spoji další svítivé diody D13 až D24 antiparalelně k těm prvním.

žárovek je třeba odstínit, proto jsou mezi moduly umístěny přepážky – např. mřížka z kupřetitu, vysoká podle výšky sestavených modulů, i se žárovkami. Zepředu je na mřížku upevněno matové organické sklo. Spínací tranzistory jsou zvoleny podle použitých žárovek – u prototypu to byly žárovky 6 V/0,1 A, zdroj musí v tomto případě dodávat při šestnácti modulech proud alespoň 2 A.

Počet klopných obvodů pro potlačení zámků tlačítek závisí na počtu řad a sloupců – v našem případě zastaly tuto funkci čtyři pouzdra MH7400 a pro klopný obvod nastavení jeden integrovaný obvod MH7438 (čtveřice hradel NAND s otevřeným kolektorovým výstupem). Tlačítka klopných obvodů jsou umístěna vpravo od řad a pod sloupce modulů, tlačítko nastavení v pravém spodním rohu čelního panelu přístroje.



Obr. 70. Schéma zapojení vánoční hvězdy



Obr. 71. Deska s plošnými spoji vánoční hvězdy

## VI. A co víc?

Taktovací rytmus můžete nastavit změnou rezistoru R3. Odpor rezistoru R2 by však měl být vždy asi desetkrát větší než odpor rezistoru R3. Citlivost vstupu RESET nastavíte odporovým trimrem R4 tak, aby hvězda začala blikat ve vhodnou chvíli při stmívání.

Po sestavení (obr. 71) můžete hvězdu přestříkat nevodivým lakem nebo polepit (samozřejmě kromě svítivých diod) ozdobným papírem. Na rubovou stranu hvězdy připevníte devítivoltovou destičkovou baterii a pak hvězdu zavěste na zvolené místo.

Integrovaný obvod 4060 se k nám dováží, dostanete jej např. pod označením MMC4060E. Na pozicích D1 až D24 by byly nejvhodnější svítivé diody o  $\varnothing$  3 mm s malým proudem, diody o  $\varnothing$  4 mm můžete ovšem použít také.

### Seznam součástek

R1, R3	rezistor 10 k $\Omega$
R2	rezistor 0,1 M $\Omega$
R4	odporový trimr 50 k $\Omega$ (TP 008, TP 009)
R <sub>f</sub>	fotorezistor (WK 650 60 ...)
C1	elektrolytický kondenzátor 47 $\mu$ F, 16 V (50 $\mu$ F)
C2	kondenzátor 1 nF
D1 až D24	svítivá dioda červená
IO	integrovaný obvod 4060
	objímka DIL 16
	destičková baterie 9 V
	konektor pro baterii

Kdepak, to je všechno. Dohodli jsme si s redakcí jen omezený počet stránek pro vybrané konstrukce rubriky R 15 – další část této ročenky bude naopak věnován novým nápadům.

Ale snad se nám podaří propašovat ještě jeden námět: integrovaný středofonní přijímač. Byl sice v jiné úpravě v rubrice R 15 uveřejněn (to bylo s logikou TTL), pro naše výroční vzpomínání jsme však tuto konstrukci upravili, na letním soustředění v Mladočvě ověřili a zde ho na závěr máte.

Otázka „a co víc?“ už pak bude platit v následujícím (dvacetiletém?) období článků pro nejmladší v Amatérském radiu.

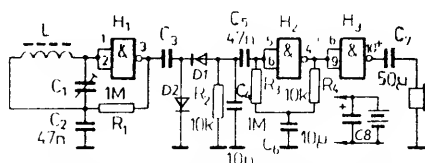
### Integrovaný středofonní přijímač

Neobvyklé zapojení středofonního přijímače, využívajícího pro svoji činnost logické obvody, je na obr. 72. Jedná se spíše o hříčku, která vás uspokojí plně jen tehdy, budete-li přijímat silný místní vysílač.

Pro vysokofrekvenční i nízkofrekvenční část přijímače jsou použita hradla CMOS integrovaného obvodu MHB4011. Rezonanční obvod je sestaven z vinutí L (100 až 150 závitů izolovaného drátu o  $\varnothing$  0,2 mm na feritové tyčce 80 × 16 × 6 mm) a ladícího kondenzátoru C1. Tyto součástky byly použity v prototypu, ale rezonanční obvod můžete sestavit i z obdobných součástek. Počet závitů cívky L a kapacitu kondenzátoru C1 volte podle přijímaného kmitočtu středofon-

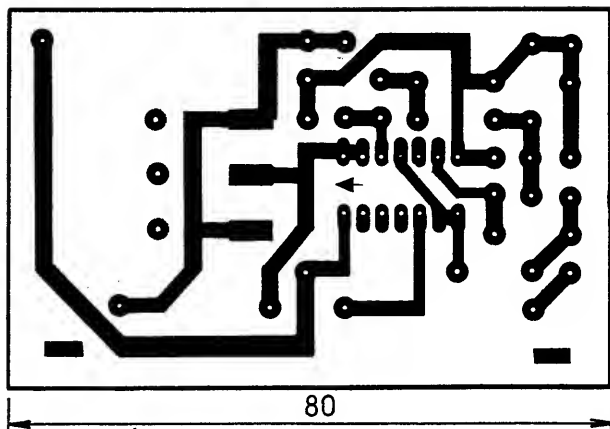
né stanice, tvar feritové tyčky podle svých možností.

Hradlo H1 pracuje jako vysokofrekvenční zesilovač, jehož pracovní bod je nastaven rezistorem R1. Kondenzátor C2 slouží jako svod vysokofrekvenčního signálu. Nizko-



Obr. 72. Jednoduchý přijímač z hradel CMOS





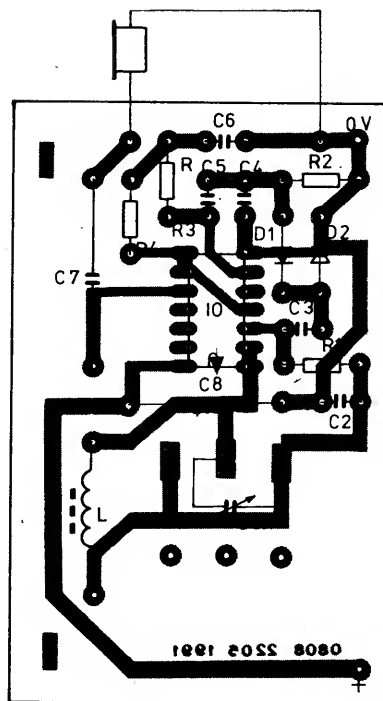
Obr. 73. Deska s plošnými spoji přijímače

**A726**

Seznam součástek  
objímka DIL 14  
držák feritové antény

frekvenční signál se odděluje detektorem z germaniových diod D1 a D2, pracujících jako zdvojovač. Hradla H2 a H3 integrovaného obvodu pracují jako nízkofrekvenční zesilovač, jejich lineární funkce je zajištěna pomocí zpětné vazby s rezistory R3 a R4 a s blokovacím kondenzátorem C6. Na výstup hradla H3 jsou připojena sluchátka. K napájení přijímače postačí plochá baterie 4,5 V. Na obr. 73 je obrazec plošných spojů, na obr. 74 umístění součástek na této desce – kondenzátor C1 je do ní zasunut ze strany měděné fólie.

- |        |  |
|--------|--|
| R1, R3 | rezistor 1 MΩ  |
| R2, R4 | rezistor 10 kΩ                                       |
| C1     | ladicí kondenzátor (např. typ WN 70407, 150 + 64 pF) |
| C2, C5 | keramický kondenzátor 47 nF                          |
| C3     | keramický kondenzátor 100 nF                         |
| C4     | keramický kondenzátor 10 nF                          |
| C6, C8 | elektrolytický kondenzátor 10 μF, 15 V               |
| C7     | elektrolytický kondenzátor 50 μF, 15 V               |
| L      | cívka na feritové tyčce (viz text)                   |
| D1, D2 | germaniová dioda                                     |



Obr. 74.

IO integrovaný obvod CMOS MHB4011 (K176LA7, K561LA7)

## Otáčející se výstražné světlo

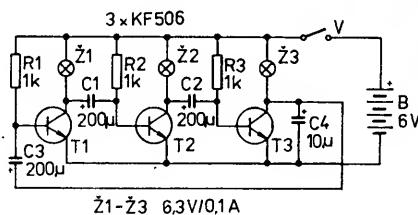
ing. Miroslav Arendáš

Otáčející se světlo, jak je vidáme na sanitkách či policejních vozech, lze velmi jednoduše udělat jako jednoduchý doplněk i k modelům, hračkám nebo prostě jen tak.

Zdánlivé otáčení světla u popisovaného zařízení není jako ve skutečnosti pomocí rotující clonky, ale jde o elektronický trik. Princip je patrný z elektrického schématu na obr. 1 a z desky s plošnými spoji (obr. 2), z rozložení součástek do kruhu. Celé zapojení je jednoduchá varianta astabilního multivibrátoru se třemi tranzistorovými stupni. V každém časovém okamžiku jsou vždy dva tranzistory otevřeny a jeden je zcela zavřený. Protože každý z tranzistorů má v kolektoru žárovku, tak také v každém časovém okamžiku dvě žárovky svítí a jedna je zhasnutá. Popsaný stav se periodicky mění. Žárovky se zhasínají a rozsvěcují s časovou periodou danou dobou, za kterou se nabije kondenzátor mezi kolektorem a bází dvou následujících tranzistorů, přes příslušný rezistor R. Součinitel R1C1, R2C2 a R3C3 se nazývá časová konstanta obvodu. Když bychom chtěli periodu zhasínání a rozsvěcení žárovek prodloužit, musíme zvětšit hodnoty těchto součástek.

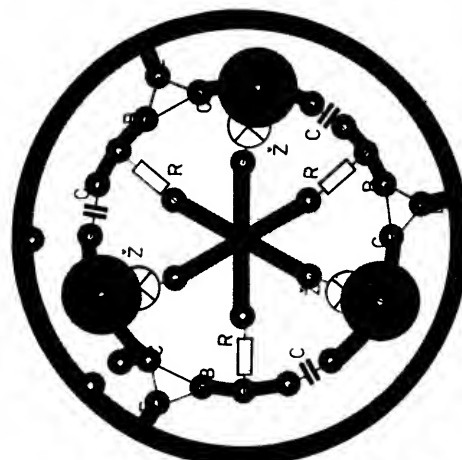
Jelikož jsou žárovky na desce s plošnými spoji rozmístěny na kružnici, je výsledným světelným efektem rotační pohyb světla, stejný, jako by se maják otáčel, nebo jako by se v majáku otáčela stínící clona. Celá konstrukce majáku je dána uspořádáním součástek na desce s plošnými spoji kruhového průměru (60 mm) z běžného laminátu. Žárovky na desku nepájíme přímo, i když by to

bylo samozřejmě nejjednodušší. Raději na ní připevníme objímky, aby se případně přepálená žárovka dala dobře vyměnit. Největší tři body jsou určeny pro tyto objímky. Plošné spoje vytvářejí jakousi růžici, kde

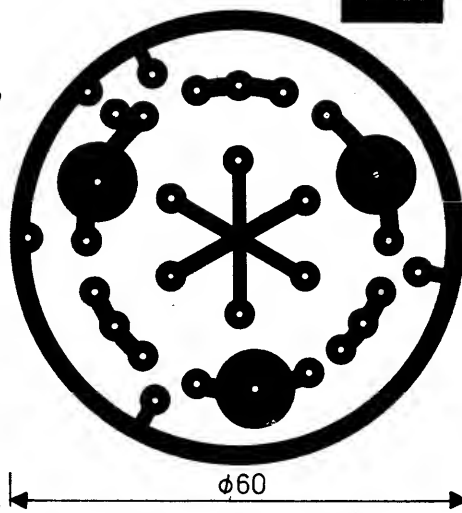


Obr. 1. Zapojení otáčejícího se výstražného světla

kružnice na obvodu je spojena se záporným pólem napájecí baterie. Střed růžice tvoří šestipá hvězda. Je připojena přes vypínač V na kladný pól napájecí baterie. Baterie o napětí 6 V je sestavena ze čtyř monočlánků nebo čtyř tužkových baterií. Odběr proudu je dán spotřebou žárovek a je v rozmezí 200 až 220 mA. Na desce plošného spoje jsou dále tři spínací tranzistory T1 až T3. Kromě použitého KF506 lze využít jakýkoliv nízkofrekvenční nebo spínací tranzistor, pokud má  $h_{21e}$  větší než 20 a přípustný kolektorový proud větší než 100 mA. Každý z tranzistorů má mezi bází a plusem napájecího zdroje rezistor s odporem 1 kΩ. Kolektorovou zátěží každého tranzistoru je příslušná žárovka s odběrem 100 mA. Z kolektoru na



**A727**



Obr. 2. Deska plošných spojů a rozložení součástek



bázi následujícího tranzistoru je připojen vazební elektrolytický kondenzátor o kapacitě 200  $\mu$ F. Nesymetricky zapojený elektrolytický kondenzátor C4 zapojený v kolektoru T3 má rozběhovou funkci. Majáček musí mít ovšem i vhodný skleněný nebo umělohmotný kryt, třeba jen z běžné skleničky, která má uvnitř celofán příslušné barvy. Vnitřní prostor májaku musí být rozdělen třemi přepážkami, aby se docílilo rotujícího efektu.

Pro menší autička, u kterých vystačíme se slabší svítivostí výstražného světla, lze použít tranzistory typu KC507 až 9 v zapojení s diodami LED. Pro napájení pak postačí jedna plochá baterie. Odběr proudu se tak podstatně sníží a baterie vydrží dlouhou dobu.

Chceme-li si zapojit místo rotujícího světélka „běžícího“ světelného hada, čili více světél za sebou, pak stačí, když obvod C1, R2, T2 a Z2 opakujeme tolikrát, o kolik více „běžících“ světél chceme mít. Protože však všechny žárovky (LED) svítí téměř trvale a postupně jen krátce pohasínají, zvětšuje se jejich počtem i proud odebíraný z baterie. Tím je i omezena délka tohoto světelného hada.

## Stavebnice radioamatérských zařízení ve světě

Řada firem v Evropě produkuje zajímavé stavebnice s uplatněním mezi radioamatéry. Přinášíme adresy a podrobné informace o nich, poněvadž dnes si mohou i naši radioamatéři některé z jejich výrobků objednat. Daleko největší výběr bychom našli v zámoří – např. v Austrálii, odkud by ovšem poštovné převyšovalo cenu požadovanou stavebnice.

U našich nejbližších sousedů v NSR je o stavebnice bída přesto, že se DARC již delší dobu snaží povzbudit zájem u konstruktérů i prodejců. Elektronických stavebnic tam sice najdeme dost, ale s radioamatérským vysíláním či přijímáním na amatérských pásmech nemají nic společného. Obdobně je tomu i v Rakousku, kde navíc přistupuje pro nás nevýhodná vyšší cena. Ovšem překvapení nejsou vyloučena a víteli o něčem, podělte se o zkušenosti! Na adrese C & A Electronic O.E., P.O.Box 25070, Athens 10026 Greece si můžete objednat:

výrobek č. popis

614	šestikanálový fm přijímač VKV;	
615	konvertor pro pásmo 6 m;	
616	konvertor pro pásmo 2 m;	
619A	3W VKV vysílač; v kombinaci s č. 614 je možné sestavit malý transceiver;	
630	zesilovač 140–170 MHz 2/20 W;	
663	2 m kmitočtový syntetizér pro kanály s odstupem 25 kHz a odskokem 600 kHz pro převaděče.	

a další asi 150 stavebnic z elektroniky. Za 2 \$ zašle firma úplný ilustrovaný katalog formátu A4 s cenami jednotlivých výrobků.

C.M.Howes, Eydon, Daventry, Northants, NN11 6PT England nabízí cenově i pro nás velmi přístupné stavebnice:

DcRx20	jednopásmový přijímač CW/SSB (totéž s příslušným číslem i pro pásmo 40, 80 a 160 m).	15,30 £
CTX 40	40 m telegrafní vysílač (totéž i pro 80 m)	13,40 £
MTX 20	20 m vysílač 10 W	21,90 £
CVF 20	VFO pro vysílač (totéž i pro 40, 20 m)	9,90 £

## Firma ELEKTROSONIC Plzeň

**nabízí radioamatérům nedostatkové zboží**

Plastový knoflík kulatý na tlač. ISOSTAT	1,70 Kčs/1 ks
Plastový knoflík na potenc. otočný Ø 4 mm	3,- Kčs/1 ks
Plastový knoflík na potenc. otočný Ø 6 mm	3,- Kčs/1 ks
Plastový knoflík na potenc. tahový	3,- Kčs/1 ks
Plastový roh ochranný (na reproboxy ap.)	3,- Kčs/1 ks
Plastová krabička SONDA	29,40 Kčs/1 ks
Plastová krabička MONTÁŽNÍ 75 × 125 × 50 mm	39,- Kčs/1 ks
Plastová krabička FAVORIT 110 × 115 × 40 mm	49,50 Kčs/1 ks
Měřicí hrot pro elektroniku	21,- Kčs/1 ks

**Všechny výrobky jsou v 9 až 10 pastelových barvách. Všechny objednávky vyřizujeme do 14 dnů. Prodejcem s registrací poskytujeme slevy. Využijte naší zásilkové služby!**

**TATO NAŠE NABÍDKA PLATÍ STÁLE!!!**  
ELEKTROSONIC, Železničářská 59, 312 00 PLZEŇ-Doubravka  
telefon: 019/669 69

## ZX-Spectrum

Již Vás omrzelo pouze si s počítačem hrát?

Chcete jej využít prospěšně?

Chcete aby Vám vydělával peníze?

**Pak je tady šance právě pro Vás!**

### Emulátor jednočipových mikropočítačů 8048

Za cenu pouhých 2500,- Kčs se stane z Vašeho ZX-Spectra profesionální nástroj. V ceně je zahrnut HW, SW a příručka pro uživatele. Komfortní ovládací software obsahuje zabudovaný řádkový překladač i zpětný překladač instrukcí 8035/8048. Emulátor je vybaven sériovým rozhraním RS-232C, které umožní Vašemu ZX-Spectru komunikaci s jinými počítači. K emulátoru je možno dodat také simulátor EPROM

Tel. : 0641-543 876  
Fax : 0641-52662, 52745

Falcon Software  
P.O. Box 8  
751 24 PŘEROV

NC 220	transvertor 2m/ KV 10 W	??
TRF 3	krátkovlnný rozhlasový přijímač	14,50 £
SWB 30	„PSV metr“ a měřič výkonu 160–2 m	11,90 £
AP 3	automatický speech processor	15,90 £
XM1	krystalový kalibrátor	16,80 £
	konvertory 6 m/20 m, 2 m/20 m	17,50 £

Třípásmový (80, 40, 30 m) transceiver CW/RTTY za 55 £ si můžete objednat na adrese: John Beech, 124 Belgrave Road, Wyken, Coventry CV2 5BH, England. Také firma Kanga Products, 3 Lines Road, Folkestone, Kent CT19 4AU England nabízí zcela kompleťované přístroje – jednopásmové přijímače a digitální stupnici za asi 20 \$, stabilní VFO za 14 \$ a řadu dalších – katalog zasílají za obálku A5 s adresou a 2 IRC. Asi nejlacinější profesionální CW QRP transceiver 4 W pro pásma 80, 40, 20 a 15 m za 274 \$

nabízí pod katalogovým číslem H563T firma MAPLIN Electronics, P.O. Box 3, Rayleigh, Essex, SS6 8LR, England.

A jak je tomu s anténami? Firma Antennas West nabízí zajímavou anténu TNT (The no tune Windom) pro výkon do 300 W včetně asi 30 m souosého svodu RG8X. Vlastní zářič má délku asi 40 m a výrobce uvádí „příznivý“ ČSV pro zařízení osazená polovodiči na všech pásmech 80, 40, 20, 17, 15, 12 a 10 m, takže není třeba anténní přizpůsobovací člen. Cena 90 \$ + 7 \$ poštovné, pokud si anténu objedná někdo z USA; pro nás by bylo poštovné poněkud dražší. Nabízí i další antény, adresa je: Antennas West, Box 50062, W. Provo, UT 84605 USA.

Podle článků a inzerátových částí různých radioamatérských časopisů zpracoval

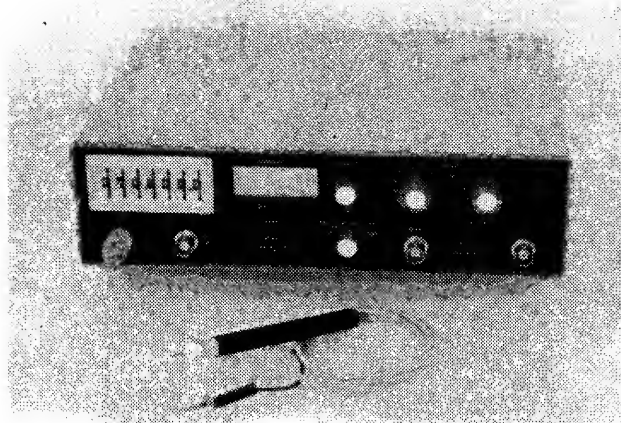
2QX.

# MĚŘICÍ TECHNIKA

## Vf generátor 10 kHz až 200 MHz

Jiří Krčmář

V článku je popsán generátor signálu s možností amplitudové i kmitočtové modulace, který navíc s běžným osciloskopem nahrazuje i rozmítač. Generátor je pro svoji náročnost určen pro vyspělé amatéry, kteří si dokáží poradit i s případnými obtížemi. Při stavbě je nutné mít dostatek zkušeností s číslicovou i vf technikou, umět dobře pájet při osazování zhuštěných plošných spojů a samozřejmě mít k dispozici i potřebné měřicí přístroje.



Plynule laditelné generátory se obvykle vyznačují dobrou spektrální čistotou s malým fázovým šumem výstupního signálu. Jejich nevýhodou je malá přesnost a stabilita nastaveného kmitočtu. Dobrý generátor byl otištěn např. v Příloze AR 1982. Má však některé nevýhody, které plynou právě z popsaného principu činnosti (např. hrubá stupnice, nestálý zdvih FM, atd.).

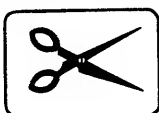
Rozhodl jsem se proto navrhnout a postavit generátor s kmitočtovým syntezátorem, jehož stavba je s moderními součástkami relativně jednoduchá. Kromě velké přesnosti a stability kmitočtu je jeho další výhodou rychlé a jednoznačné nastavení kmitočtu. Mezi nevýhody lze zařadit obvykle horší fázový šum i spektrální čistotu ve srovnání se systémy s plynulým laděním. Je to způsobeno zejména nespojitou činností fázového závěsu, použitím varikapu v oscilačním obvodu VCO a vyzářováním nejrušnějších spektrálních složek z číslicových obvodů syntezátoru. U moderních špičkových přístrojů lze však tyto vlivy do značné míry potlačit (viz [2] a [3]).

Základní požadavky při návrhu jsou kompromisem mezi složitostí a užitnými vlastnostmi. Kmitočtový rozsah byl omezen do 200 MHz; dosažení většího rozsahu směrem k vyšším kmitočtům by bylo neúměrně obtížné. Krok kmitočtu po 100 Hz bude ve většině případů vyhovovat i pro úzkopásmové systémy. Menší krok by způsobil značné obtíže při návrhu fázových závěsů. Výstupní napětí, potřebné pro pokrytí možných aplikací, je od 0,1  $\mu$ V do 1 V. Samozřejmě je amplitudová i kmitočtová modulace s pokud možno konstantním zdvihem při přeladování. Pro maximální využití přístroje je dále výhodné, aby mohl být používán i jako rozmítač ve spojení s osciloskopem.

### Technické údaje

<b>Rozměry</b> (š × v × h):	254 × 70 × 200 mm.	<b>Kolísání amplitudy</b> v celém pásmu:	+1; -0,5 dB od úrovně při 1 MHz.
<b>Kmitočtový rozsah:</b>	10 kHz až 199,999 MHz.	<b>Nežádoucí</b> <b>spektrální složky</b> <b>při úrovni 10 mV</b> <b>bez zesilovače</b> - v pásmu do 200 MHz:	- 50 dB složky 2 $f_2 - f_1$ , - 52 dB složek $f_{výst} \pm 20$ MHz,
<b>Dělení (krok)</b> <b>kmitočtu:</b>	100 Hz.	- v pásmu do 500 MHz:	- 47 dB složky $f_1$ ,
<b>Modulace - AM:</b>	$m = 0$ až 100 % interní (1 kHz, sinus), $m = 0$ až 100 % externí.	- v pásmu nad 500 MHz:	- 44 dB ostatních složek.
- FM:	$\Delta f = 0$ až 150 kHz interní (1 kHz, sinus), $\Delta f = 0$ až 10 MHz externí.	<b>Harmonické složky při plné úrovni 1 V</b>	- při 10 MHz: - 45 dB 2. harmonická, - 47 dB 3. harmonická, - 28 dB 2. harmonická, - 38 dB 3. harmonická.
- SWEEP:	$\Delta f = 0$ až 10 MHz interní (50 Hz, trojúhelník).	- při 200 MHz:	30 Hz (v pásmu 30 Hz - 15 kHz), 2,5 Hz (s filtrem CCITT 400 Hz - 3 kHz),
<b>Vstupní modulační</b> <b>napětí:</b>	100 mV až 10 V (vrcholová hodnota); při FM ovlivňuje dosažitelný zdvih. Základní citlivost je 1 MHz/V.	- při 100 MHz:	33 Hz (v pásmu 30 Hz až 15 kHz), 5,5 Hz (s filtrem CCITT),
<b>Vstupní odpor</b> <b>modulačního</b> <b>vstupu:</b>	3 až 5 k $\Omega$ .	- při 200 MHz:	35 Hz (v pásmu 30 Hz až 15 kHz), 6 Hz (s filtrem CCITT),
<b>Šířka pásma</b> <b>modulačního</b> <b>kanálu:</b>	10 Hz až 100 kHz/-3 dB.	- při AM 30 %, 1 kHz:	80 Hz.
<b>Výstupní vf napětí:</b>	0,1 $\mu$ V až 1 V/50 $\Omega$ (tj. 0,2 $\mu$ V až 2 V/EMF) s dělením po 1 dB.		
<b>Přesnost</b> <b>výstupního napětí:</b>	$\pm 0,5$ dB při 1 MHz od nastavené hodnoty.		

# VYBRALI JSME NA



## OBÁLKU

### Základní koncepce generátoru

Blokové schéma přístroje je na obr. 1. Zvolil jsem nejjednodušší koncepci, která splňuje dané požadavky. Tou je kmitočtová syntéza s přímou volbou kmitočtu palcovými přepínači (bez řídicího mikropočítače). Výstupní signál se získává jako rozdílový produkt směšování signálů ze dvou oscilátorů. Experimentálně byla ověřována velikost parazitního kmitočtového zdvihu, způsobeného vlastním fázovým šumem oscilátoru, řízeného napětím (VCO), přeladovaného varikapem o  $\Delta f = 200$  MHz. Bylo zjištěno, že pro běžné amatérské použití generátoru je tento šumový zdvih ještě v přijatelných mezích a není tedy nutno kmitočtový rozsah dělit na více podrozsahů.

Dále bylo třeba rozhodnout, zda použít kmitočtovou syntézu u každého oscilátoru zvlášť, nebo bude-li stačit jediný syntezátor, fázově zavěšený na výsledný směšovací produkt (popř. na jeden z oscilátorů). Při orientačním výpočtu se řešení s jediným syntezátorem z mnoha hledisek ukázalo jako prakticky nemožné. Z důvodu extrémně velké změny dělicího poměru proměnného děliče smyčky PLL a malého kroku by měla smyčka velmi nepříznivě dynamické vlastnosti (dlouhá doba přeladění, dokmitávání, velká parazitní fázová modulace VCO). Také zavedení kmitočtové modulace do tohoto systému by bylo velmi obtížné. Byly proto použity

dva nezávislé syntezátory. Optimální je přeladovat první syntezátor téměř přes celé pásmo ( $\Delta f = 200$  MHz) s velkým krokem a druhý syntezátor přeladovat velmi málo a s malým krokem. Malé přeladění druhého syntezátoru je nutné, aby jeho smyčka fázového závěsu mohla být dostatečně pomalá a bylo tak možno do VCO zavést kmitočtovou modulaci. Při větší „rychlosti“ smyčky by byla kmitočtová modulace částečně rušena „dotahováním“ VCO směrem k nastavenému kmitočtu. Malé přeladění je též nezbytné k tomu, aby se podstatně neměnil modulační zdvih FM při přeladování generátoru (vlivem nelineární závislosti převodu napětí/kmitočtu).

Popsaný způsob tvorby signálu lze považovat za optimální při daných součástkových a finančních možnostech. Pracovní kmitočty oscilátorů však dávají předpoklad ke vzniku (u směšovačů) parazitní složky  $2f_2 - f_1$ , která spadá do užitého pásma. Tomu je třeba zabránit kvalitní konstrukcí směšovače a zamezením vstupu 2. harmonické ( $2f_2$ ) do směšovače vhodnou dolní propustí.

Amplitudový modulátor je výhodné zařadit mezi druhý syntezátor a směšovač, kde má v signálu vysoký a téměř neměnný kmitočet. Při zapojení modulátoru až za směšovač by nebylo snadné linearizovat modulační charakteristiku zpětnou detekcí v signálu. Docházelo by k přeslechům a různým zkreslením mezi modulačním a nosným signálem, jsou-li si kmitočty blízké.

K regulaci výstupního napětí od 0,1  $\mu$ V do 1 V by byl zapotřebí proměnný útlumový článek s maximálním útlumem až 140 dB, ten je však na vyšších kmitočtech v amatérských podmínkách obtížně realizovatelný. Zvolil jsem proto řešení, v němž útlumový článek pracuje v rozsahu pouze 100 dB při základní

úrovni 10 mV = 0 dB. Za tento článek lze zapojit výkonový zesilovač se ziskem 40 dB, čímž se základní úroveň zvýší na 1 V = 0 dB.

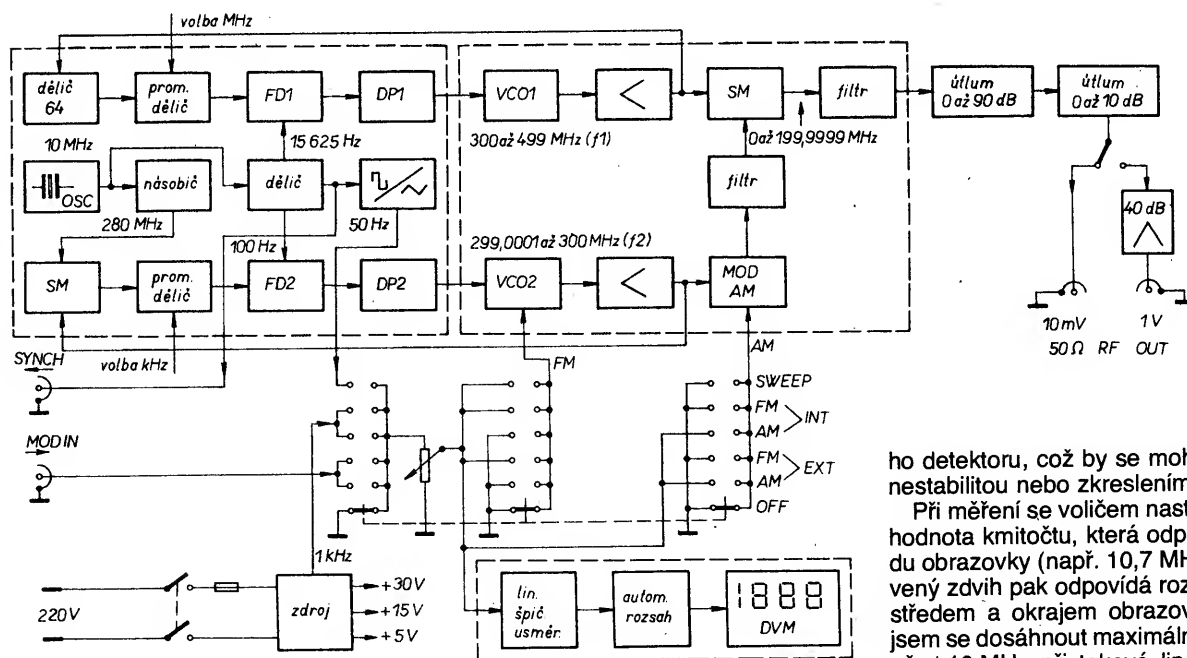
Obvod pro měření hloubky modulace a kmitočtového zdvihu musí mít na vstupu lineární „špičkový“ usměrňovač, protože hloubka modulace i zdvih jsou definovány maximem. Při modulaci nesinusovým průběhem by byl jinak indikován nesprávný údaj.

Činnost celého generátoru je zřejmá z blokového schématu na obr. 1. Podrobný popis vyžaduje pouze rozmitací režim.

### Režim rozmitání (SWEEP)

VCO<sub>2</sub> je kmitočtově modulován (rozmitán) trojúhelníkovým průběhem 50 Hz z tvarovače vnitřní časové základny. Opakovací kmitočet rozmitání musí být dostatečně nízký, aby bylo možno uspokojivě zobrazovat i charakteristiky úzkopásmových filtrů. Obdélníkový signál, odebraný před tvarovačem, je přiváděn na vstup obvodu externí synchronizace osciloskopu. Jeho časová základna je spouštěna náběžnými hranami tohoto synchronizačního signálu. Rychlost časové základny musí být nastavena přesně na 1 ms/dílek. Tím je dosaženo synchronního pohybu stopy po obrazovce s klesající částí trojúhelníkového modulačního napětí. Během doby jeho nárůstu se uskuteční zpětný běh a je očekáváno další spuštění náběžnou hranou (obr. 2). Maximálnímu kmitočtu VCO<sub>2</sub> odpovídá minimální výstupní kmitočet, protože je to rozdílový směšovací produkt.

Celý tento děj je synchronní s referenčním kmitočtem druhého syntezátoru (100 Hz) a je v takové fázi, při které se šířka impulsů z fázového detektoru FD<sub>2</sub> blíží k nule. Není tedy nebezpečí vzniku interferencí ani saturace fázové-



Obr. 1. Blokové schéma vř generátoru

► sériového kondenzátoru s varikapem v modulačním obvodu. Pro dostatečně přesné kmitočtové dělení lze tedy použít desetidílkovou vodorovnou stupnici na stínítku obrazovky. Pro snadné čtení na kmitočtové ose je nejvhodnější nastavovat zdvih na hodnoty z řady 1-2,5-5-10... atd. Přesnou kalibraci vodorovného posuvu stopy na osciloskopu usnadňuje nulová špička, kterou produkuje detekční sonda při průchodu generátoru nulovým kmitočtem. Při nastaveném nulovém kmitočtu a nenulovém zdvihu musí být tato špička přesně uprostřed obrazovky.

Popsanou sestavou vř generátoru s osciloskopem lze zobrazit kmitočtovou charakteristiku měřeného objektu podobně jako klasickým rozmitáčem až do kmitočtu 200 MHz a šířky pásma 20 MHz ( $\pm 10$  MHz od střední hodnoty). Při měření amplitudových charakteristik je samozřejmě nutné zapojit mezi měřený objekt a vstup osciloskopu vř detekční sondu.

Z výstupu časové základny SYNCH OUT lze též odebrat přesný obdélníkový signál 50 Hz k různým pokusům v číslicové technice.

### Fázové závěsy

Při návrhu smyčky fázového závěsu se zpravidla vychází z jejího linearizovaného modelu, kterým je v podstatě jednoduchý lineární regulační systém. Využitím metod teorie regulace lze pak sestavit přenosovou funkci smyčky.

Na základě linearizovaného modelu smyčky 2. typu, 2. řádu, popsaného v [7], jsem sestavil interaktivní program pro počítač ZX-SPECTRUM, který usnadňuje volbu parametrů smyčky a umožňuje i některé optimalizační kroky při zpětné korekci vstupních parametrů. Fázové závěsy do popisovaného generátoru byly vypočítány tímto programem. Podrobnějším teoretickým

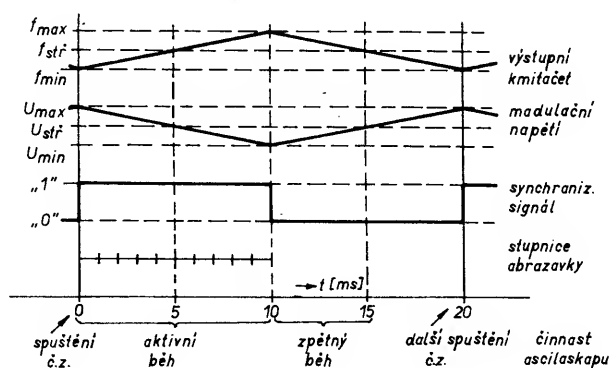
rozбором smyček PLL se v tomto článku nebudu zabývat. Záměrem odkazuji na literaturu [6] až [9].

Kmitočet vlastních tlumených kmitů je u smyčky prvního syntezátoru asi 20 Hz, činitel tlumení 0,8 (střední hodnota). U druhého syntezátoru je kmitočet tlumených kmitů asi 1,1 Hz a činitel tlumení 0,75.

### Hlavní číslicová část

je na samostatné desce s plošnými spoji.

Jsou na ní soustředěny obvody časové základny a číslicové části obou syntezátorů, které mohou být zdrojem značného vyzářování; proto jsou umístěny společně na jedné desce a pod společným stínícím krytem. Deska je po osazení vpájena do krabičky z pocínovaného plechu, která je zdola i shora uzavřena snímatelnými víky. Deska je o něco širší než krabička, aby její strany s vývody byly vně krabičky. Odpory R57 až R81 jsou uzeměnými konci připájeny na stěnu krabičky. Z boků jsou na ni připájeny čtyři držáky ve tvaru L. Výkresy všech mechanických dílů z pocínovaného plechu jsou na obr. 25. Schéma zapojení obvodů číslicové části je na obr. 4.

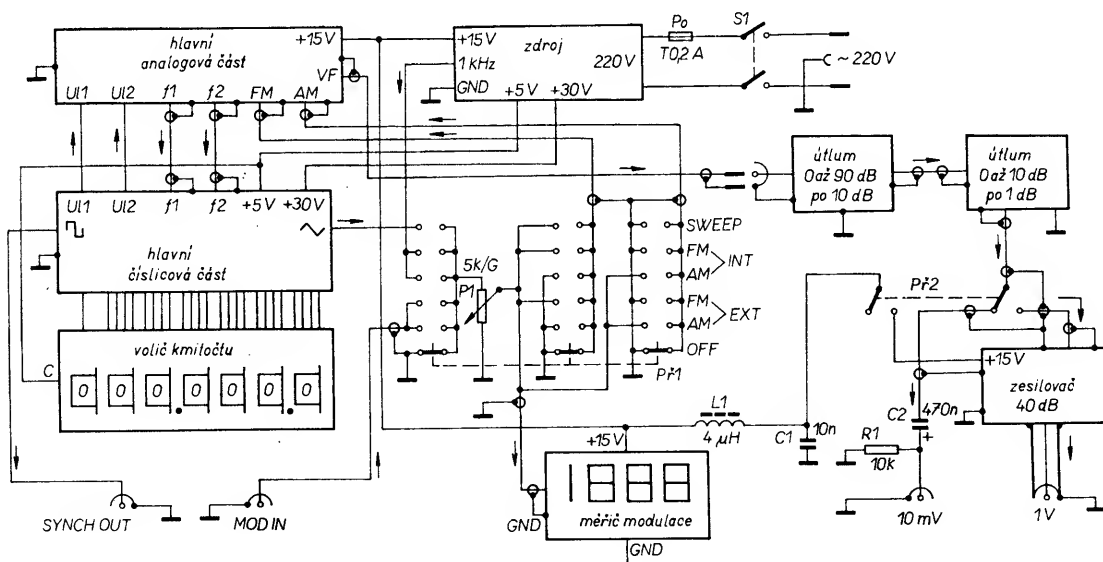


Obr. 2. Časový průběh rozmitání

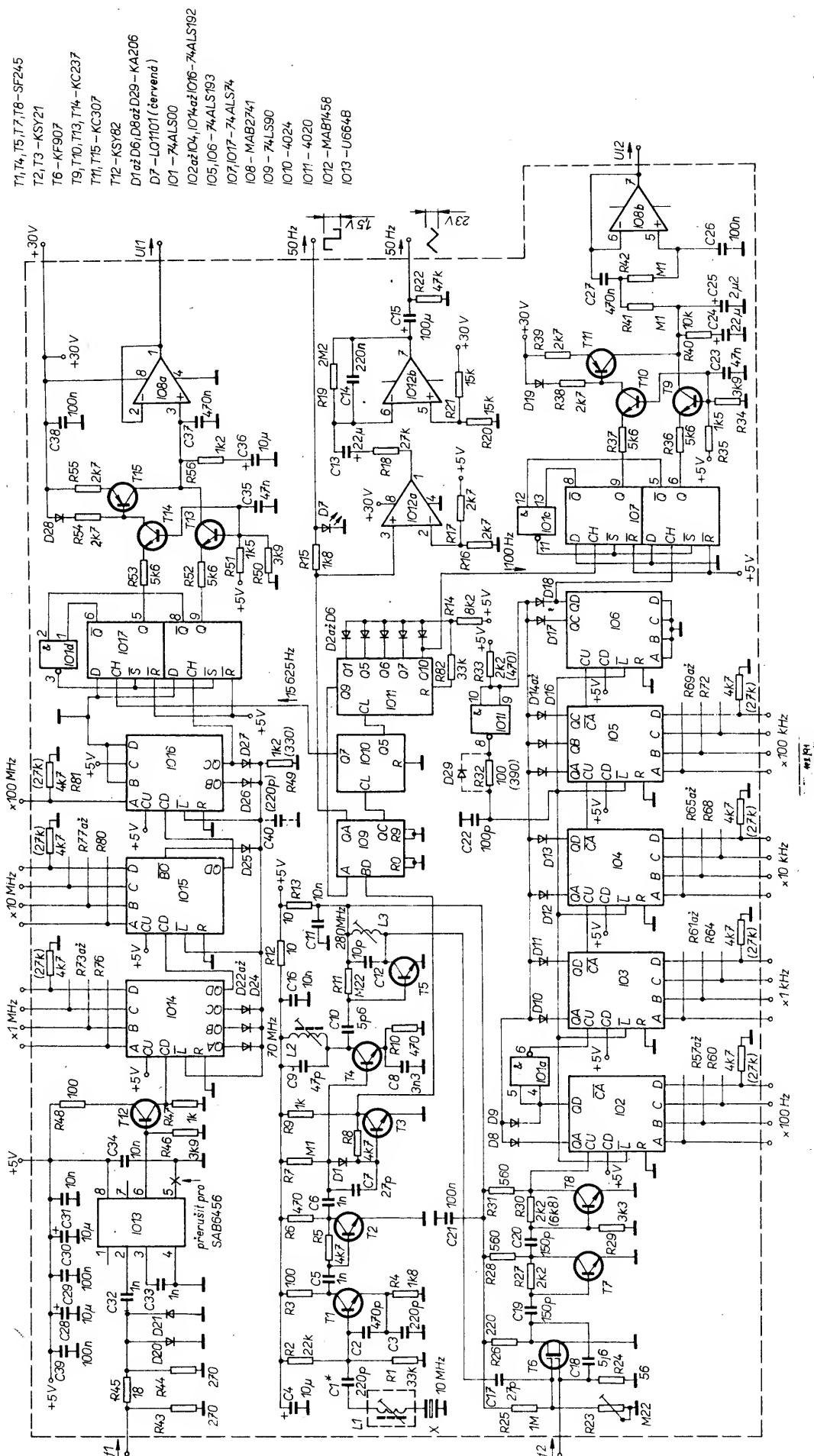
### Krystalový oscilátor

Z hlediska parametrů a jednoduchosti byl jako nejlepší vybrán Colpittsův oscilátor (někdy – např. v [12] – bývá označován jako Gouriet-Clapp). Tranzistor T2 musí mít poměrně vysoký mezní kmitočet, aby se příliš neuplatňovaly jeho napěťové a teplotně závislé reaktance i fázový posuv. Zvolil jsem proto typ SF245. Pro doladění krystalu na přesný kmitočet je v zapojení použita indukčnost (cívka L1) v sérii s kapacitou (kondenzátor C1). Obvyklé zapojení doladovacího kondenzátoru nebylo pro daný krystal vhodné (jeho kapacita by musela být příliš velká). Údaje součástek, uvedené ve schématu, platí pro krystal, broušený na sériovou rezonanci. Použije-li se krystal, jehož kmitočet je výrazně nižší než jmenovitý, je nejvhodnější cívku L1 vypustit a zapojit místo ní doladovací kondenzátor.

Oddělovací stupeň s tranzistorem T2 zesiluje signál z oscilátoru a zabráňuje zpětnému vlivu následujících obvodů na oscilátor. Signál pro T2 je výhodně odebrat z kolektoru T1, na němž má tvar úzkých záporných impulsů. Takový tvar je zapotřebí pro dobrou činnost následujícího násobiče.



Obr. 3. Celkové zapojení šasi vř generátoru



Obr. 4. Schéma zapojení hlavní číslicové části (údaje v závorkách platí pro obvody řady HCMOS)

Výstupní signál 280 MHz z tohoto násobiče slouží pouze pro činnost směšovače na vstupu číslicové části druhého syntezátoru. Nejsou proto kladeny žádné přísnější požadavky na jeho spektrální čistotu. I při úrovni parazitních složek asi -20 dB i méně je výsledný signál po vytvarování do obdélníkové podoby spolehlivě použitelný pro zpracování číslicovými obvody. Na základě tohoto předpokladu bylo možno navrhnout velmi jednoduchý dvoustupňový násobič s celkovým činitelem násobení 28.

Při pokusech se ukázalo, že ss pracovní podmínky alespoň prvního stupně je nutno stabilizovat. K tomu slouží dioda D1, na které průchodem proudu přes R7 vzniká úbytek napětí. Tento úbytek se přičítá k úbytku na přechodu BE tranzistoru T3. Mezivřcholové napětí střídavého signálu na bázi T4 je asi 3 V. Jeho kladné špičky jsou tedy diodou D1 udržovány na úrovni asi 1,3 V vůči zemi. Těmito špičkami se přes T4 nabíjí kondenzátor C8 na napětí asi 0,6 V. Rezistorem R10 pak teče konstantní proud asi 1,3 mA. Mezivřcholové napětí signálu na výstupu násobiče je přibližně 1,5 V.

#### Dělič kmitočtu časové základny

Aby bylo zapojení co nejjednodušší, je nejdříve použita část obvodu 74LS90 jako předdělič pěti (lepší by byl typ 75HC90, který jsem však nesehnal; výstupy logiky TTL totiž nemají zaručovanou slučitelnost se vstupy CMOS). Na výstupu QC je signál se střídou 3:2 a o kmitočtu 2 MHz. Ten je dále binárně dělen v IO10 na 15 625 a 62 500 Hz. IO11 je po dosažení stavu „625“ nulován pomocí diod D2 až D6. Diodové dekódování a nulování čítače má výhodu v jednoduchosti. Nevýhodou je však to, že vlivem malého zpoždění není dodržena katalogová minimální doba trvání nulovacího impulsu. S některými kusy IO11 v důsledku toho obvod dělil nesprávným poměrem. Ve druhé verzi generátoru jsem proto doplnil rezistor R82, který se vstupní kapacitou nulovacího vstupu tvoří článek RC, prodlužující nulovací impuls. Po této úpravě pracuje zapojení spolehlivě i s různými zahraničními IO. Jiným možným řešením je využít vlastností IO řady HCMOS, které jsou na šířku nulovacího impulsu o něco méně choulostivé než klasické CMOS.

Na výstupech Q9 až Q10 je k dispozici kmitočet 100 Hz, avšak s rozdílnou fází a střídou. Náběžné hraně na Q10 odpovídá sestupná hrana na Q9, čehož se v zapojení využívá. Ve zbytku obvodu IO9 je dále kmitočet dělen dvěma na konečných 50 Hz.

Z IO9 je signál veden jednak do tvarovače, jednak přes rezistor R15 na synchronizační výstup. Dioda D7 (LED) stabilizuje napětí při úrovni log. 1, které by jinak bylo vlivem činnosti IO9 mírně

nestabilní. Tento oddělovací článek lze vypustit a na synchronizační výstup přivést přímo signál v úrovni TTL

#### Tvarovač rozmitacího signálu

Komparátor IO12a definuje napětové úrovně pro integrátor. Na vývodu 1 je obdélníkový signál s rozkmitem asi 28 V. Na výstupu integrátoru IO12b má být trojúhelníkový signál s rozkmitem 20 až 25 V. Rezistor R19 definuje střední hodnotu vstupního napětí (asi 15 V). Odpor a kapacita R19 a C15 musí být dostatečně velké, aby se pozorovatelně nezakřivoval trojúhelníkový průběh.

#### Vstupní dělič 1:64

umožňuje zpracovat signál s kmitočtem vyšším než 300 MHz.

Je v něm použit obvod U664 firmy Telefunken (IO13). Je to monolitický integrovaný dělič ECL do 1,2 GHz. Vyznačuje se velkou vstupní citlivostí (lepší než 10 mV). Odebíraný proud je asi 50 mA. Obvod je zapojen podle katalogu. Útlumový článek a omezovací diody D20, D21 jej chrání před poškozením velkým vstupním signálem. Na výstup je připojen jednoduchý převodník ECL/TTL s tranzistorem T12. Z něj je signál o kmitočtu asi 4,7 až 7,8 MHz veden do proměnného děliče.

Obvod U664 lze patrně nahradit typem SAB6456, který pracuje při menším proudu. Je však třeba přerušit vývod 5, protože jinak by obvod dělil 256.

#### První proměnný dělič

Jeho činnost je založena na principu čítání dolů od „přednastaveného“ čísla. Po dosažení stavu „000“ na všech čítačích se znovu nastaví toto číslo a cyklus se opakuje.

Obvod MHB0320 jsem v době konstrukce neměl k dispozici. Dělič je proto realizován třemi dekadickými čítači 74ALS192 (IO14 až 16). Protože je vstupní kmitočet vysoký, nelze použít sériový přenos a odebrat impuls „přednastavení“ z výstupu B0 posledního čítače běžným způsobem. Zpoždění informace o nulovém stavu prvního čítače by bylo příliš velké a bylo by příčinou hazardů. Je proto použito součtové diodové dekódování nul v všech čítačích.

Zapojení jsem zjednodušil dvěma úpravami. Pro úsporu diod je nulový stav IO15 detekován jedinou diodou D25, připojenou na výstup B0. Poslední čítač IO16 je „přednastavován“ na číslo 4 nebo 5. Detekován je stav „1“. Tím se lze vyhnout použití invertoru na nastavovacím vstupu A.

Při velmi rychlém diodovém dekódování není většinou dodržena minimální předepsaná šířka impulsu nulování („přednastavení“). U první verze generátoru, kde byly použity obvody ALSTTL, to nepůsobilo potíže. Obvod pracoval spolehlivě (zkoušel jsem několik kusů IO). U druhé verze s obvody HCMOS (pro menší odběr proudu) bylo

nutno zmenšit odpor rezistoru R49 a doplnit kondenzátor C40. Bez těchto úprav dělič pracoval také, ale při určitém nastaveném čísle „si přidal nebo ubral“ 10 nebo 100 MHz.

#### Směšovač

Směšování signálu VCO2 (299,0001 až 300 MHz) se signálem z násobiče (280 MHz) zabezpečuje tranzistor T6. Ověřoval jsem několik typů směšovačů. Nejlepší výsledky dávalo multiplikativní zapojení s dvoubázovým FET typu KF907. Jeho předností je velká vstupní impedance, dobré vzájemné oddělení vstupních signálů a téměř lineární závislost strmosti na napětí druhé báze. Trimrem R23 je nastaveno předpětí do prostředí lineární oblasti. Na obou okrajích této oblasti se podle [14] závislost strmosti na napětí  $U_{g2}$  zmenšuje. To má na signál podobný vliv, jako kdybychom za násobič zařadili oboustranný omezovač. Při dostatečné velikosti signálu na  $G_2$  se tohoto omezovacího jevu využívá k dalšímu mírnému potlačení nežádoucích spektrálních složek násobiče.

Při oživování první verze přístroje byl do zapojení doplněn kondenzátor C18, jehož kapacita omezuje nežádoucí pronikání signálu o kmitočtu 280 MHz mezi elektrodovou kapacitou  $G_1$ – $G_2$  do analogové části. Na kolektoru T6 má složka o kmitočtu 280 MHz opačnou fázi než na  $G_2$ . Vhodnou volbou kapacity C18 lze tuto složku na  $G_1$  vyrušit.

Dvoustupňový zesilovač za směšovačem zesiluje a tvaruje výsledný rozdílový produkt do tvaru, zpracovatelného druhým proměnným děličem. Zesílení obou tranzistorů se zmenšuje od mezního kmitočtu (asi 30 MHz) se strmostí celkem 12 dB na oktávu. Signály vstupních kmitočtů jsou proto za tvarovačem dostatečně potlačeny. Není tedy třeba používat ani jednoduchou dolní propust.

#### Druhý proměnný dělič

Proměnný dělič druhého syntezátoru musí být řešen tak, aby maximálnímu nastavenému číslu odpovídal minimální dělicí poměr. Dělič proto čítá nahoru od „přednastaveného“ čísla. Po dosažení nulového stavu (zdola) se znovu nastaví toto číslo a cyklus se opakuje. Od této základní představy jsem různými úvahami dospěl ke konečnému zapojení, jehož činnost bude popsána.

Vstupní kmitočet děliče je 19,0001 až 20 MHz. Při využití celé šířky pásma u rozmitání může být až 30 MHz, což je mírně za hranici katalogových parametrů použitých obvodů. Návrh děliče je tedy značně kritický z hlediska rychlosti. Přímé dekódování nulový stav čítačů není u tohoto děliče možné. Nulovému stavu totiž předchází stav „...999“, což znamená současnou změnu stavu na všech čítačích. Použil jsem proto součinné diodové dekódování stavu



„...999“ a zpoždění nastavovacího impulsu o jeden takt. Toto zpoždění zabezpečuje člen R32, C22 a částečně i obvody samotné. V případě potřeby lze změnou odporu rezistoru R32 nastavit zpoždění tak, aby výsledné zpoždění bylo přesně jeden takt. Údaje součástek, uvedené ve schématu, by však měly vyhovět i při rozptýlu parametrů součástek. Poslední dva čítače IO5 a IO6 jsou šestnáctkové. Celkový jimi detekovaný stav je  $7+16 \cdot 12 = 199$ . Impuls přenosu na výstupu CA IO2 má vlivem vysokého pracovního kmitočtu již tak malou šířku, že není schopen spolehlivě spouštět následující čítače. Signál z IO2 je proto vyveden z výstupu QD přes invertor IO1a.

Kromě jiného zpoždění obvodů HCMOS se u druhé verze přístroje také projevila větší citlivost na malou šířku nastavovacího impulsu. Kritické jsou zejména stavy ...999,0 kHz; ...099,0 kHz; ...199,9 kHz; apod. Generátor si náhodně přidá 10 kHz, 100 kHz nebo 1 MHz. Jev se odstraní změnou odporu rezistorů R32, R33 a přidáním diody D29, která urychluje vybíjení a zpomaluje nabíjení C22, čímž se prodlužuje nastavovací impuls. Dioda je doplněna dodatečně – ze strany spojů. Po této úpravě pracoval i dělič HCMOS naprosto spolehlivě.

Na závěr je třeba připomenout, že zapojení tohoto proměnného děliče je sice velmi neobvyklé, avšak klasickým exaktním způsobem by proměnný dělič s danými součástkami nebyl na tak vysokém kmitočtu vůbec realizovatelný.

## Fázově kmitočtové detektory

Po úpravě hodnot součástek jsem převzal zapojení z [6].

### Dolní propusti

Mezní kmitočet pomocných dolních propustí, které mají za úkol dále potlačovat složky referenčního kmitočtu, je nutno volit alespoň asi  $5 \times$  vyšší, než je kmitočet vlastních tlumených kmitů smyčky. Z hlediska dynamických vlastností systému lze pak smyčku stále považovat za systém 2. řádu.

Dolní propusti jsem navrhl a spočítal programem, sestaveným na základě [7]. V tomto článku je zbytečné se zabývat teoretickými výpočty, proto je nevádím.

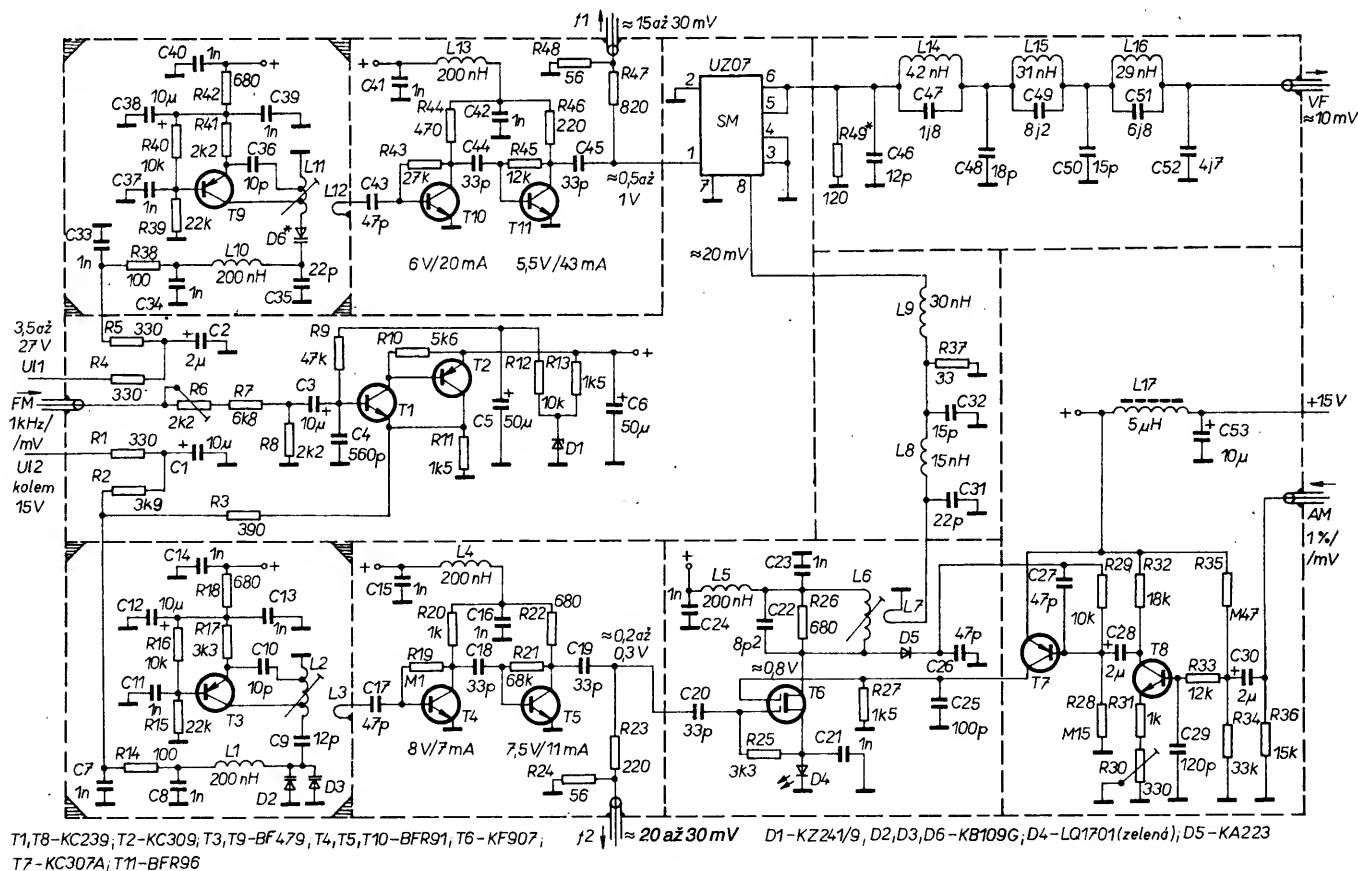
Elektrolytické kondenzátory pro dolní propusti je vhodné změřit a vybrat s odchylkami kapacity nejvýše  $\pm 20\%$ . Mají mít co nejmenší zbytkový proud. Jako operační zesilovač IO8 je nejvýhodnější „nizkošumový“ typ MAB2741 s bipolárními tranzistory p-n-p na vstupech. Vstupní proud těchto tranzistorů částečně kompenzuje svodový proud elektrolytických kondenzátorů C24, C25, C36. Jako náhradní nouzové řešení lze použít typ B082 se vstupy JFET. V žádném případě však nedoporučuji MA1458 se vstupy n-p-n.

Pro omezení vlivu rušivých napětí indukovaných do vodičů, spojujících číslicovou a analogovou část, jsou koncové pasivní členy dolních propustí RC umístěny až na desce analogové části.

## Hlavní analogová část

Na desce analogové části jsou soustředěny obvody, které se přímo podílejí na tvorbě a zpracování výstupního signálu generátoru. Tyto obvody jsou značně citlivé na rušení vnějšími vlivy a mohou být i samy zdrojem vyzařování. Byla proto zvolena konstrukce vzájemně stíněných komurek na základní desce s plošnými spoji a některé součástky jsou umístěny přímo mezi vodivé ostrůvky. Celek je od vnějšího prostředí rovněž odstíněn.

Obvodový díl krabičky i všechny přepážky z pocínovaného plechu jsou na desku připájeny před osazením součástek. Pro snadnější orientaci jsou přepážky očíslovány. Z boků jsou ke krabičce připájeny čtyři držáky ve tvaru L. Velice důležité je připájet obvodový díl z obou stran desky a stejně jako přepážky po celé délce ve všech místech styku se zemnicí fólií i mezi sebou navzájem. Stejně tak je nesmírně důležité, aby všechny zemnicí vývody součástek, které mají procházet otvorem v desce, tímto otvorem skutečně procházely a byly připájeny z obou stran. Zemnicí fólie na straně spojů má velký význam. Propojením zemnicí vývody součástek je zajištěn shodný napěťový potenciál obou stran desky. Bezvývodové kondenzátory jsou pájeny kolmo k desce. Je na ně třeba použít buď pájku s nízkou teplotou tavení a páječku s termostatem, nebo pájet velice rychle. Jinak kondenzátor praskne, nebo se odpaří část polepu, což zmenšuje kapacitu.



Obr. 5. Schéma zapojení hlavní analogové části

jsou voleny podle maximální úrovně zesilovaného signálu. Při plném promodulování bude na výstupu ve špičkách amplitudové modulace napětí až 2 V při zatížení odporem 50  $\Omega$ , příp. 4 V bez zatížení (efektivní hodnoty). Maximální napětí bude ještě asi 1,4krát větší. Aby koncový tranzistor T3 nebyl malým kolektorovým odporem příliš tlumen, je do série s R21 zapojena cívka L4, která má při kmitočtu 10 kHz reaktanci 500  $\Omega$ . Pořadí součástek mezi kolektorem a bází je třeba dodržet, jinak mohou stupně kmitat v oblasti GHz.

Při návrhu mechanického uspořádání bylo třeba věnovat velkou pozornost správnému umístění a zemnění všech tří stupňů, aby se vzhledem k velkému zisku zesilovač nerozkmital. Použil jsem proto techniku povrchové montáže součástek mezi vodivé ostrůvky na základní desce s plošnými spoji, tvořící zemnicí fólii. Tato konstrukce minimalizuje parazitní vazby a zajišťuje stabilitu zesilovače. Deska je po celém obvodu vpájena do krabičky z pocínovaného plechu.

Protože má zesilovač velký zisk, bylo třeba věnovat značnou pozornost umístění (a propojení) zesilovače ve skřini generátoru, aby se nerozkmitával. Zjistil jsem, že nelze zesilovač jen tak někam umístit a věst do něj stíněné kablíky. Jediným řešením, jak udržet zesilovač stabilní, je téměř ho jednou stranou „přilepit“ k přednímu panelu s výstupními konektory. Naprosto zásadní vliv na stabilitu zesilovače má spojení tělesa konektoru „1 V“ s kostrou zesilovače. Toto spojení musí být nejkratší a nejtěsnější. Z uvedených důvodů jsou zespoda ke krabičce připájeny široké držáky ve tvaru L, kterými je zesilovač přišroubován pod oba výstupní konektory. Uprostřed mezi konektory je posuvný přepínač. Všechny konce stínění kablíků, vedoucích k přepínači a zesilovači, jsou připájeny na krabičku zesilovače. Navíc je krabička v zadní části tlustšími měděnými vodiči spojena s hrubým děličem i s jemným děličem. To zabezpečuje lepší zemnění i mechanické upevnění zesilovače. Pro lepší spojení kostry zesilovače s výstupním

konektorem „1 V“ je na zadní část tělesa konektoru nasunut napružený pásek z pocínovaného plechu, ohnutý do tvaru U, který je připájen ke krabičce zesilovače. Bez něj zesilovač kmitá v okolí 500 MHz. Posledním opatřením, které je třeba udělat pro zajištění stability zesilovače, je izolace hřidelů hrubého děliče a hlavně jemného děliče od předního panelu. Příslušné díry v předním panelu mají proto větší průměr a pod ovládacími knoflíky jsou nasazeny tenké izolační podložky z plastu.

Při přesném dodržení všech uvedených opatření je zesilovač stabilní a není třeba se v této souvislosti obávat nějakých problémů. Jiným řešením je konstruovat zesilovač vně generátoru jako přidavný průchozí blok. Bylo by jej pak možno využívat i k různým experimentům v anténní technice. Komu stačí napětí do 10 mV, nemusí zesilovač dělat vůbec.

## Měřič modulace

### Lineární špičkový usměrňovač

Experimentálně jsem zjistil, že vyhovujících vlastností lze dosáhnout pouze využitím čtyřnásobného komparátoru LM339. Zapojení s diodami a různými typy operačních zesilovačů nedávala na vyšších kmitočtech uspokojivou počáteční linearitu. Výstupy komparátorů v LM339 jsou s otevřeným kolektorem. Proud výstupu může tedy téci pouze dovnitř.

V klidovém stavu je na kondenzátoru C4 nulové napětí. Objeví-li se na vstupu signál, překlápí se v jeho záporných špičkách komparátor IO1a a nabíjí se kondenzátor C4. Po překlopení komparátoru zpět se na C4 udržuje napětí, které je téměř rovno záporné vrcholové (špičkové) hodnotě vstupního napětí. Vhodnou časovou konstantu vybíjení zavádějí rezistory R5, R6, které současně tvoří napěťový dělič 1:100. Časová konstanta je kompromisem mezi rychlostí vybíjení a poklesem výstupního napětí při kmitočtech okolo 20 Hz.

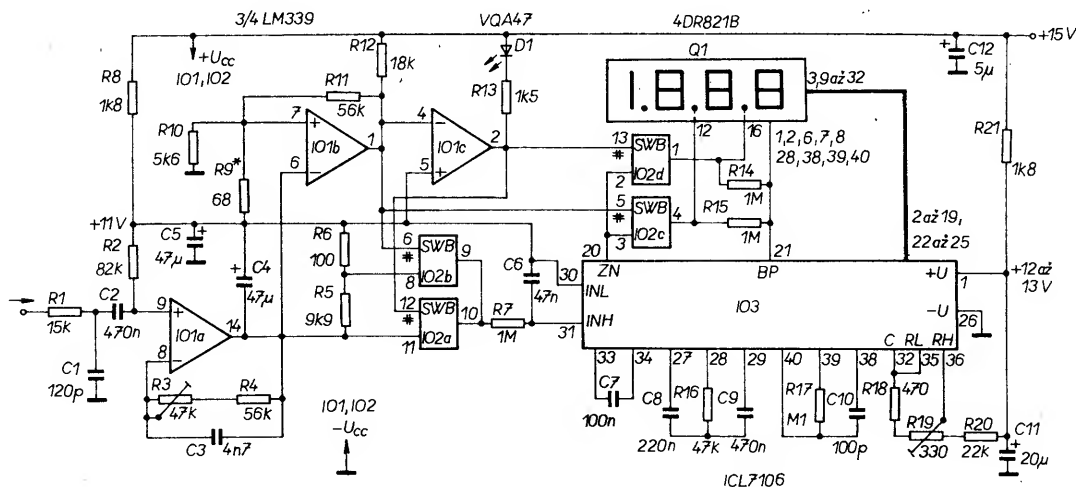
Kondenzátor C4 musí mít co nejmenší zbytkový proud. K rychlejšímu vybíjení C4 při malých napětích napomáhá vstupní proud, tekoucí z komparátorů IO1a, IO1b. Tento proud – celkově asi 0,1  $\mu$ A – částečně eliminuje nevhodný tvar vybíjecí křivky elektrolytických kondenzátorů.

Rezistory R8, R9, R10 se vytváří umělý střed napájecího napětí. Na kondenzátoru C5 je udržováno napětí asi 11 V. Napěťová nesymetrie vstupů komparátoru IO1a se kompenzuje rezistory R3, R4, na kterých vzniká úbytek napětí (shodný jako na R2) vlivem vstupního proudu komparátoru. Časová a teplotní nestabilita nuly záleží na kvalitě komparátoru, teplotním součiniteli odporu rezistorů R2, R3, R4 a svodu kondenzátoru C2 (příp. svodech na desce). Použil jsem komparátor BM339 rumunské výroby. Zkoušel jsem tři kusy z různých výrobních sérií. Všechny se chovaly téměř shodně. Pro co nejlepší teplotní stabilitu nuly je žádoucí, aby trimr R3 a rezistor R4 měly záporný teplotní součinitel odporu (vyhovují téměř všechny uhlikové typy). R2 by měl mít teplotní součinitel kladný (doporučuji vybrat z „metalizovaných“ typů – např. sovětské MLT). Při běžných domácích podmínkách je odchylka od zapnutí po několika hodinách provozu asi 0,2 mV (tj. 2 digity). Předpokládám, že s LM339 nebude situace výrazně odlišná.

Charakteristika dolní propusti R1, C1 má pokles útlumu asi 3 dB na 100 kHz, tj. přibližně stejně, jako dolní propusti modulátoru AM nebo FM.

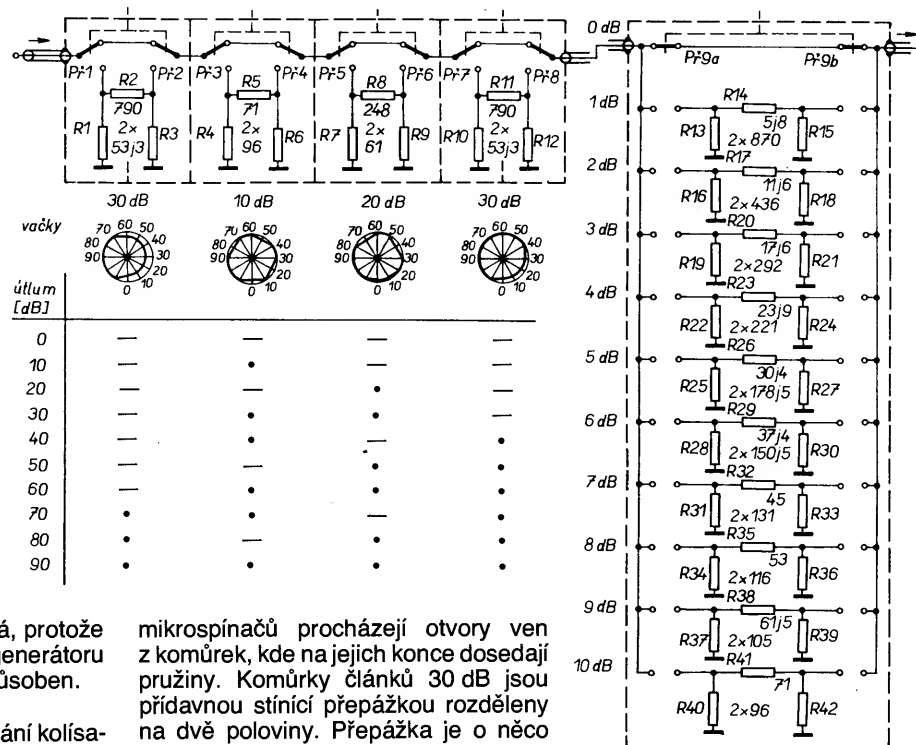
### Automatický přepínač rozsahů

Při napětí na C4 větším, než asi 150 mV, se překlápí komparátory IO1b, IO1c a rozsah je přepnut dvěma analogovými spínači IO2a, IO2b v obvodu CD4066. Přepnutí na vyšší rozsah je indikováno svitem diody D1. Úbytek napětí na rezistoru R9 určuje prahovou úroveň přepnutí. Rezistorem R11 je na vstup IO1b zavedena kladná zpětná vazba, zabezpečující hysterezi při překlápění (15 mV).



Obr. 8. Schéma zapojení měřiče modulace

Obr. 6.  
Zapojení výstupních  
útlumových článků



v propustném pásmu je nutná, protože filtr je zapojen na výstupu generátoru a nebude vždy ideálně přizpůsoben.

Aby amplituda při přeladování kolísala co nejméně, bylo nutno kapacitu C46 zvětšit z tabulkových 9 pF až na 12 až 15 pF. Patrně se tím kompenzuje jalová složka výstupní impedance směšovače.

#### Výstupní útlumové články

Vodítkem při návrhu bylo řešení, použité v [4]. První dělič volí útlum hrubě po desítkách dB, druhý jemně v jednotkách dB. Lze samozřejmě použít dělič jiný – např. podle [19].

#### Hrubý dělič

Zvolil jsem čtyřstupňový dělič s útlumy jednotlivých stupňů 30–10–20–30 dB. Přepínají se tlačítkovými mikrosplínači, ovládanými vačkovým hřídelem, na kterém jsou vypilovány přepínací polohy jednotlivých stupňů. Mechanické spojení hřídele s mikrosplínací zajišťují fosforbronzové pružiny (viz fotografie). Hřídel je zhotoven z hliníkové trubky o průměru 8 mm (lepší by byla ocelová, hliník je dosti měkký). Jako ložiska hřídele jsou k čelům z pocínovaného plechu připájeny ocelové podložky s dírou o průměru 8 mm. Bez nich by se hliníkový hřídel postupně do tenkého plechu zařezával. Vpředu je hřídel připojen spojkou (vsunutou profilovanou kulatinou Ø 6 mm) k základní části otočného přepínače řady WK533..., zbažené kontaktních paketů (tak byl poměrně snadno získán aretační mechanismus). Použité mikrosplínače (firmy Omron) mají pro připevnění dva otvory o Ø 1,5 mm. Dvojice přepínačů, které přepínají současně, jsou podélně vzájemně a pevně spájeny za vývody. Krajiními otvory každé dvojice mikrosplínačů jsou prostrčeny měděné dráty o Ø 1,5 mm. Ty tvoří jakési rozpěry, za které je dvojice vpájena do určené komůrky. Všechny mikrosplínače jsou tedy v děliči umístěny podélně v jedné řadě za sebou. Tlačítka

mikrosplínačů procházejí otvory ven z komůrek, kde na jejich konce dosedají pružiny. Komůrky článků 30 dB jsou přidavnou stínicí přepážkou rozděleny na dvě poloviny. Přepážka je o něco menší a vyplňuje prostor mezi stěnou a mikrosplínací. Rezistory byly vybírány, příp. dobroušeny na potřebný odpor a jsou připájeny mezi vývody mikrosplínačů a protější stěnu komůrek. Je použit typ TR191 s metalizovanou vrstvou.

Dělič je na vstupu opatřen vhodným konektorem. Výstup je stíněným kablíkem neoddělitelně spojen s jemným děličem. Hotový dělič je zdola uzavřen víčkem, které je po celém obvodu nerozebiratelně připájeno. Otvory ve víčku slouží k jeho propájení s jednotlivými stínicími přepážkami. Možná to není nutné, ale pro záruku kvalitního stínění je lépe to provést.

Konstrukce děliče je závislá na rozměrech použitých mikrosplínačů. Popis děliče je proto více méně informativní.

#### Jemný dělič

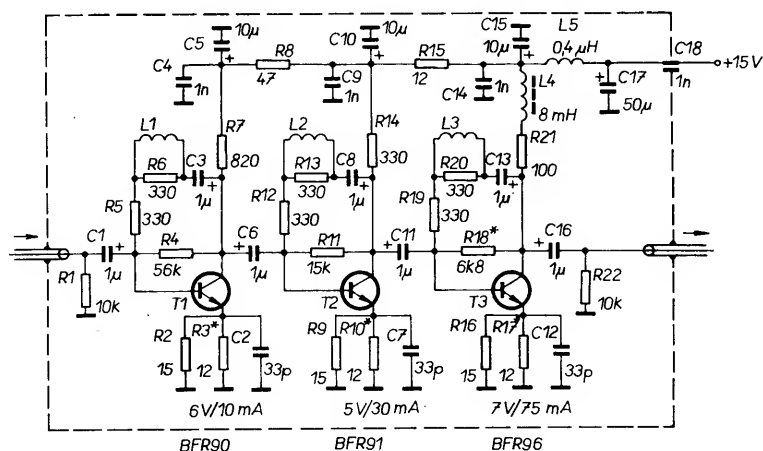
Konstrukce tohoto děliče je podstatně jednodušší, protože při útlumu 10 dB není třeba se obávat nějakých nepřesností na vyšších kmitočtech. Rezistory jednotlivých článků pí jsou připájeny

přímo na otočném přepínači. Každá poloha má tedy samostatný článek. Vstup a výstup musí být od sebe maximálně vzdáleny, jsou proto tvořeny nejkratnějšími kotoučky přepínače. Rezistory jsou připájeny mezi sousedící kotoučky obou paketů a přední nebo zadní stěnu krabičky. Jsou (stejně jako u hrubého děliče) vybírány z řady TR191, příp. dobroušeny. Celek je nerozebiratelně uzavřen ve stínici krabičky z pocínovaného plechu.

#### Výstupní zesilovač

Na tento zesilovač jsou kladeny značné nároky. Je třeba dosáhnout stabilního a přesného zisku 40 dB s minimálním kolísáním v celém pásmu do 200 MHz. Dalším důležitým požadavkem je vstupní i výstupní impedance blízká 50 Ω v celém kmitočtovém rozsahu, a dále dostatečný výstupní výkon (až 80 mW).

Schéma zapojení zesilovače je na obr. 7. Stejnoseměrné pracovní body



Obr. 7. Schéma zapojení širokopásmového výstupního zesilovače (zisk 40 dB)

Schéma zapojení celé analogové části je na obr. 5.

### Napětím řízené oscilátory (VCO)

Vyzkoušel jsem a proměřil několik zapojení. Nejlépe vyhověl typ oscilátoru použitý v [2]. Jde o modifikovaný Colpittův oscilátor se společnouází.

V první verzi byly použity tranzistory BF479, ve druhé BF679. Oba typy pracují naprosto shodně. Patrně lze užít i jiné obdobné typy s tranzitním kmitočtem okolo 1 GHz.

V přívodu ladicího napětí k varikapům nesmí být z hlediska modulačního kmitočtu žádné velké impedance (zaváděly by do obvodu šum). Proto jsou místo obvyklých rezistorů řádu desítek kilohmů použity cívky L1 a L10.

Volba typu varikapů, jejich zapojení v oscilátorech, stejně jako provedení cívek L2 a L11 i polohy jejich odboček, jsou výsledkem dlouhého experimentování. U VCO1 byl kritickým parametrem zejména vlastní fázový šum a dále stabilita amplitudy v přeladovaném pásmu. Fázový šum lze ovlivnit výběrem varikapu z několika kusů. U VCO2 byla nejkritičtějším parametrem linearita závislosti kmitočtu na napětí. Pro minimalizaci parazitních kapacit a indukčností jsou kolektorové vývody obou tranzistorů připojeny přímo na oscilační cívky (tranzistory jsou v téměř kolmé poloze k základní desce). Stejně tak i živé konce těchto cívek jsou „ve vzduchu“ a mezi tento bod a zem jsou také s co nejkratšími vývody volně zavěšeny varikap i sériový kondenzátor.

Pro omezení citlivosti na třesy jsou cívky oscilátoru i všechny uvedené součástky včetně cívek L1 a L10 zalaty voskem. Ten působí jako velice účinné akustické a mechanické tlumení.

Aby byla zajištěna dobrá mechanická stabilita i stínění, má každý oscilátor samostatné stínicí víčko, které je ze všech stran po obvodu nerozebiratelně připojeno. Na obr. 5 a obr. 16 je to znázorněno trojúhelníčky v rozích oscilátorových komůrek.

### Kmitočtový modulátor

zpracovává modulační signál a zabezpečuje jeho přičítání k ladicímu napětí. Hlavní částí je emitorový sledovač v Darlingtonově komplementárním zapojení (T1, T2). Na odporovém děliči R6, R7, R8 je signál zeslabován na úroveň, potřebnou pro modulaci VCO2 (tak, aby vstupní citlivost byla 1 MHz/V). Časová konstanta R9, C3 je tak velká, aby trojúhelníkový signál 50 Hz byl přenesen bez zkreslení. Kapacita C4 zabezpečuje pokles kmitočtové charakteristiky v oblasti nad 100 kHz.

Předpětí pro tranzistor T1 a varikapu oscilátoru je stabilizováno Zenerovou diodou D1. Výstupní signál modulátoru a ladicí napětí se sčítají na odporech R2, R3.

### Oddělovací zesilovače

zesilují signál z oscilátorů na požadovanou velikost a zabraňují zpětnému vlivu dalších obvodů na oscilační kmitočet. Proto jsou navázány velice volně – malou indukční smyčkou u stěny oscilátorové komůrky. Pracovní bod tranzistorů je volen podle úrovně zesilovaného signálu, tak aby byl zabezpečen nezkraslený přenos. Zisk zesilovačů se zmenšuje se zvyšujícím se kmitočtem. U VCO1, se toho využívá ke kompenzaci kmitočtové závislosti jeho napětí. Signál pro číslicovou část je odebrán z výstupu oddělovacích zesilovačů přes odporové děliče.

### Amplitudový modulátor

V tomto obvodu jsem vyzkoušel několik modulačních prvků (diferenční stupeň, dvoubázový FET, diody PIN). Z různých hledisek byl nejvýhodnější regulační stupeň s dvoubázovým FET, který umožňuje regulovat zesílení v rozmezí asi 45 dB. Při volbě konkrétního zapojení byla inspirací literatura [15].

Na diodě D4 je úbytek napětí asi 2 V, vytvářející vhodné předpětí pro emitor T6. Bez tohoto předpětí by se regulační rozsah zmenšil o 10 dB (nebo i podstatně více). V obvodu kolektoru T6 je zatlumený rezonanční obvod, který částečně potlačuje vyšší harmonické, vzniklé zkraslením v modulátoru. Jeho šířka pásma musí být alespoň 20 MHz, aby bylo možno rozmitat kmitočet až o  $\pm 10$  MHz. Z rezonančního obvodu je část signálu vedena (indukční vazbou do L7) na vstup filtru, zapojeného před směšovačem. Vazba je volná, takže filtr neovlivňuje ztlačenost modulátoru.

Pro vlastní modulaci regulačního stupně T6 slouží tranzistor T7. Do jeho báze je zavedena záporná zpětná vazba zpětnou detekcí v signálu diodou D5. Tato vazba linearizuje (jinak značně nelineární) modulační charakteristiku T6. Rezistory R28, R29 je nastavena špičková hodnota v napětí na kolektoru T6 asi na 800 mV (bez modulace).

Modulační signál je zesilován tranzistorem T8 a na bázi T7 je porovnáván s okamžitým demodulovaným signálem. Člen R33, C29 zabezpečuje při kmitočtu 100 kHz pokles 3 dB. Konečné proudové zesílení a nelinearita tranzistoru T7 částečně kompenzují mírně nelineární demodulační charakteristiku diody D5. Zapojení má proto menší tvarové zkreslení AM, než kdyby byl jako porovnávací obvod použit operační zesilovač.

Nakonec považuji za nutné upozornit na jednu nedobrou vlastnost modulátoru AM, kterou jsem objevil až při konečném ožívání, kdy už bylo pozdě na nějaké zásadní změny. Při regulaci zesílení tranzistorem T6 se dost podstatně mění i fázový posuv signálu  $f_2$ . Tím současně s amplitudovou modulací vzniká parazitní fázová modulace a tedy i kmitočtová modulace. Je třeba

na to pamatovat např. při měření potlačení amplitudové modulace mezifrekvenčních zesilovačů FM. Při tomto měření je lépe použít nízký modulační kmitočet (např. 100 Hz), aby kmitočtový zdvih, vznikající parazitní fázovou modulací, byl zanedbatelný. Tento nežádoucí zdvih se totiž zmenšuje se strmostí 20 dB na dekádu při poklesu modulačního kmitočtu.

### Filtr před směšovačem

má potlačovat signál o kmitočtu 600 MHz ( $2f_2$ ) a další vyšší harmonické, které mohou pronikat do směšovače, a to nejméně o 40 dB.

Původně byl filtr řešen jako dolní propust LC ve tvaru dvou článků pí, navržená podle tabulek. Amplituda výstupního signálu za směšovačem však značně kolísala (až o 6 dB). Zjistil jsem, že na toto kolísání má podstatný vliv typ filtru, zapojeného před směšovačem. Naprosto nevhodné je jakékoli zapojení s paralelní kapacitou na výstupu, což patrně souvisí s impedancí výstupu filtru nad jeho propustným pásmem – tj. na kmitočtu prvního oscilátoru.

Výsledné zapojení filtru na schématu a údaje součástek jsou kompromisem při snaze dosáhnout minimálního kolísání výstupního napětí a přitom dostatečně potlačit vyšší harmonické složky.

### Směšovač

Ke směšování kmitočtů  $f_1$  a  $f_2$  jsem (jako prakticky jediný možný) zvolil vyvážený kruhový směšovač se Schottkyho diodami. Ten je (nebo alespoň byl) již v hotové podobě prodáván pod označením UZ07.

Při návrhu jeho pracovního režimu byly použity údaje v [17].

Zjistil jsem, že v napětí na vstupu RF (vývod 8) nesmí být větší, než asi 20 mV. Jinak by vznikalo zkraslení 2. harmonickou přímo ve směšovači a zhoršoval by se odstup složky  $2f_2 - f_1$ .

Rezistor R49 upravuje výstupní impedanci směšovače (ta je v použitém zapojení asi 100  $\Omega$ ) na potřebných 50  $\Omega$ .

### Výstupní filtr

Dolní propust, zapojená za směšovačem, má potlačit všechny nežádoucí složky nad užitným pásmem na úroveň, menší než -40 dB. Tato mez byla zvolena jako kompromis mezi složitostí filtru a nezbytným nutným odstupem parazitních složek. Kritickou složkou je zejména kmitočet  $f_1$  (300 až 499 MHz), který je na vstupu směšovače v úrovni až 1 V.

Z tabulek [18] jsem vybral Cauerův filtr 7. řádu s útlumovými póly na kmitočtech 296,4 MHz, 344 MHz a 561,7 MHz, se zvlněním 0,007 dB a s útlumem v nepropustném pásmu 45,4 dB. Ve skutečnosti byl nejvyšší útlumový pól posunut do okolí 500 MHz. Volba tak malého zvlnění

## Digitální milivoltmetr

Základ obvodu tvoří monolitický převodník A/D ICL7106 a displej z tekutých krystalů. Doporučené napájecí napětí převodníku je nejvýše 13 V; proto je v zapojení použit rezistor R21. Odebíraný proud je téměř konstantní, není proto třeba napětí stabilizovat. Postačí pouze filtrace kondenzátorem C11. Tento člen RC současně zamezuje pronikání impulsního rušení do napájecí větve 15 V. Referenční napětí převodníku se nastává trimrem R19. Ostatní součástky odpovídají doporučenému zapojení podle katalogu.

Případné zvlnění usměrněného napětí se vyhlazuje členem R7, C6. Jelikož má napětí, přiváděné na vstup převodníku, zápornou polaritu, je aktivován znaménkový signál na vývodu 20. Tento obdélníkový signál, který je v protifázi se signálem BP na vývodu 21, je využit k zobrazování desetinných teček. K přepínání teček slouží analogové spínače IO2c, IO2d. V rozpojeném stavu je na desetinné tečce stejný průběh jako na substrátu BP. V sepnutém stavu je průběh opačný – tj. v protifázi.

Na IO3 i Q1 vřele doporučuji použít objímky. „Dolování“ vadného ICL7106 je jinak nesmírně pracné. Objímku na displej lze zhotovit rozříznutím běžné 40vývodové objímky.

### Napájecí zdroj

Tato deska byla navrhována jako poslední – po proměření proudových odběrů všech ostatních bloků. Jednotlivé zdroje je nutno dimenzovat na tato proudová zatížení:

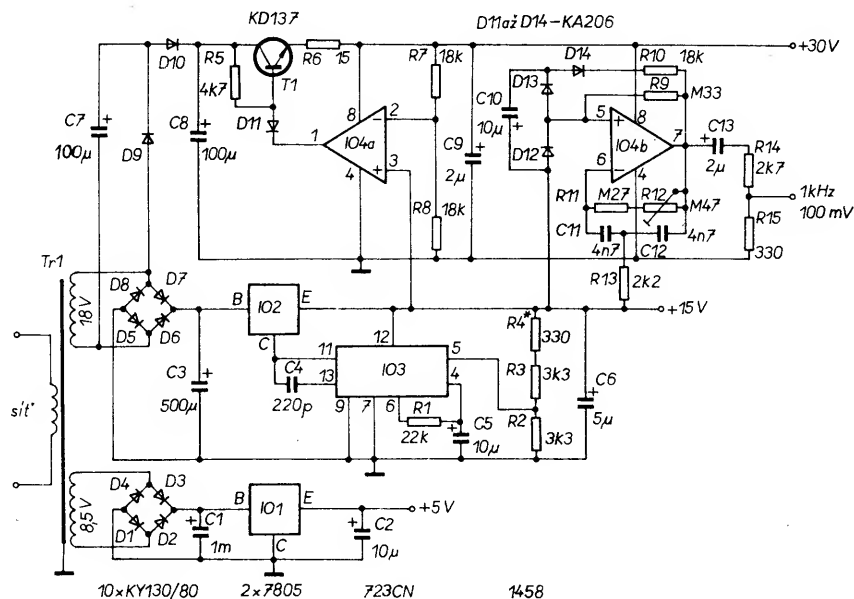
5 V/200 mA (pro CHMOS 120 mA),  
15 V/230 mA,  
30 V/ 10 mA.

Spolu s transformátorem a stejnosměrnými zdroji je na této desce i modulační generátor 1 kHz. Schéma zapojení celého bloku je na obr. 9.

Zapojení zdroje +5 V je obvyklé a je použit monolitický stabilizátor 7805.

Zdroj +15 V musí dodávat napětí se zvlněním o menším rozkmitu, než asi 150  $\mu$ V, aby parazitní kmitočtová modulace oscilátorů v analogové části byla zanedbatelná. Tuto podmínku již nelze splnit s běžným monolitickým stabilizátorem. Speciální obvody typu „low drop“ nebyly v době konstrukce běžné k dispozici. Navrhl jsem proto zapojení s dvojitou stabilizací, které využívá obvodu 7805 jako výkonového regulátoru a obvodu 723CN jako referenčního a řídicího prvku. Obvod IO3 je sám napájen už ze stabilizovaného napětí; na jeho činnosti se proto nikterak neprojevuje zvlnění za usměrňovačem. Šum referenčního napětí je filtrován členem R1, C5. Stabilitu obvodu zajišťuje kapacita C4.

Zdroj +30 V je tvořen zesilovačem regulační odchylky IO4 a tranzistorem T1. Jako referenční napětí je použita napájecí větve 15 V. Dioda D11 a odpor



Obr. 9. Schéma zapojení napájecího zdroje a generátoru modulačního signálu

R6 zabezpečují proudové omezení stabilizátoru. Vlivem substrátových přechodů se operační zesilovač v IO4 chová tak, jako by mezi vývody 1 a 8 byla zapojena dioda v propustném směru. Napětí na bázi T1 může být proto nejvýše o 1,5 V vyšší než na vývodu 8 IO4, čehož se využívá při proudovém omezení. Aby se ušetřilo jedno vinutí transformátoru, je napětí pro stabilizátor získáváno diodovým zdvojovačem z vinutí 18 V. Pro malé proudy je toto řešení výhodnější.

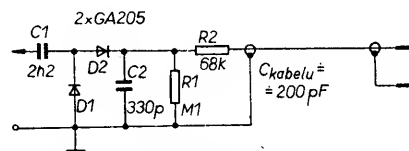
### Modulační generátor

U tohoto oscilátoru RC byl sledován požadavek dosáhnout co nejmenšího zkreslení sinusového signálu. Základním vodičem bylo zapojení použité v [4], které má výhodu v tom, že neobsahuje žádné speciální součástky ke stabilizaci amplitudy jako např. žárovku, termistor, atd. Toto zapojení jsem experimentálně upravoval až do konečné podoby. Realizovaný oscilátor má harmonické zkreslení asi 0,04 %.

### Vf detekční sonda

Sonda je při rozmitání zapojena před osciloskopem jako detektor signálu z měřeného objektu. Je vestavěna do kovové trubky o vnitřním průměru 8 mm a opatřena měřicím hrotem. Na destičku je uprostřed k zemnici fólii připájena matice M3 pro šroub, který prochází otvorem ve stěně trubky a drží kablík, kterým se sonda uzemňuje na měřený objekt. Na vysokých kmitočtech je výhodnější co nejkratší – přímé – uzemnění na trubku, uzemnění kablíkem mírně deformuje zobrazenou křivku.

Schéma zapojení je na obr. 10. Aby bylo výstupní napětí co největší, použil jsem diodový zdvojovač. Na pozici D1, D2 jsem zkoušel několik typů diod s malým saturačním napětím. Se Schottky-



Obr. 10. Zapojení vf detekční sondy

ho diodami sonda značně reagovala na silné pole blízkých TV vysílačů ve IV. a V. pásmu. Při malých úrovních bylo pak přesnější měření prakticky zneemožněno. Je proto třeba použít diod, u nichž se při kmitočtech vyšších než 200 MHz zmenšuje detekční účinnost. Nejlépe se osvědčil běžný germaniový typ GA205. Použití diod se zlatým hrotem nepřinášelo žádné výrazné snížení prahového napětí. Vstupní kapacita se zvolenými diodami je asi 3 pF.

Sonda je navržena pro vstupní kmitočty 100 kHz až 200 MHz. Pro dostatečné potlačení složky o kmitočtu vstupního signálu je přidána dolní propust, tvořená rezistorem R2 a kapacitou kabelu (asi 200 pF). Za kabelem se předpokládá připojení osciloskopu se vstupní impedancí 1 M $\Omega$ /30 pF. Kabel musí mít kvalitní stínění, jinak se do něj indukuje „brum“ (položíme-li na něj ruku). Ne každý stíněný kabel je vyhovující.

### Desky s plošnými spoji

Téměř všechny součástky jsou rozmístěny na deskách s plošnými spoji, které jsou na obr. 11 až 24. Desky hlavní číslicové části a hlavní analogové části jsou z oboustranně plátovaného kuprexitu. Deska hlavní číslicové části a deska měřiče modulace mají velmi malé pájecí body, proto je musíme pájet i vrtat opatrně.

Mimo desky jsou jen součástky útlumových článků a součástky, uvedené v seznamu pod hlavičkou „Základní šasi“.

## Seznam součástek

### Hlavní číslicová část

(údaje v závorkách platí pro HCMOS)

Rezistory ( $\pm 10\%$ , TR 212, není-li uvedeno jinak):

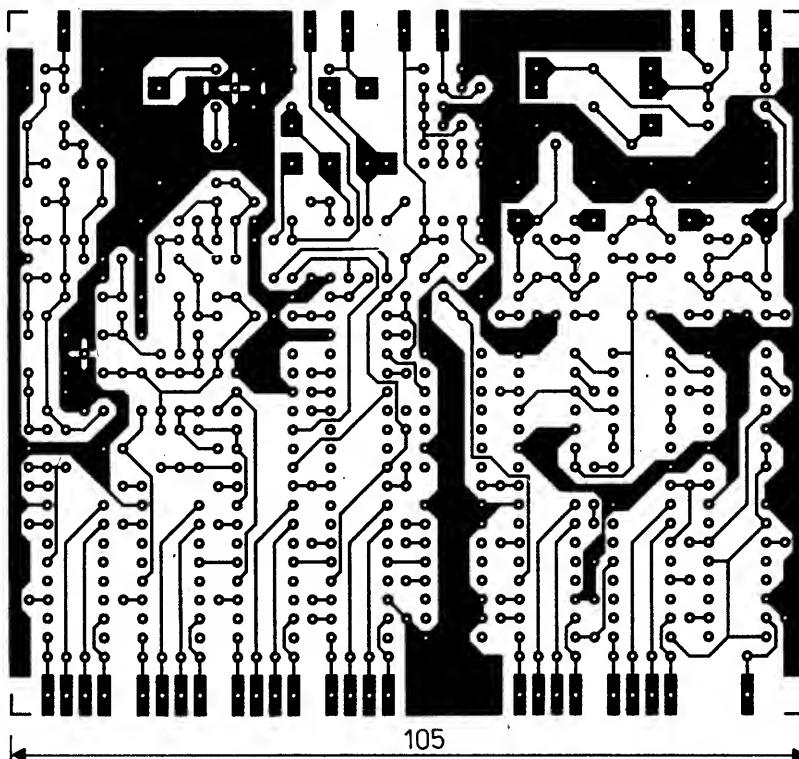
R1	33 k $\Omega$
R2	22 k $\Omega$
R3	100 $\Omega$
R4	1,8 k $\Omega$
R5	4,7 k $\Omega$
R6	470 $\Omega$
R7	0,1 M $\Omega$
R8	4,7 k $\Omega$
R9	1 k $\Omega$
R10	470 $\Omega$
R11	0,22 M $\Omega$
R12, R13	10 $\Omega$
R14	8,2 k $\Omega$
R15	1,8 k $\Omega$
R16, R17	2,7 k $\Omega$
R18	27 k $\Omega$
R19	2,2 M $\Omega$
R20, R21	15 k $\Omega$
R22	47 k $\Omega$
R23	0,22 M $\Omega$ , trimr TP 008
R24	56 $\Omega$
R25	1 M $\Omega$
R26	220 $\Omega$
R27	2,2 k $\Omega$
R28, R31	560 $\Omega$
R29	3,3 k $\Omega$
R30	2,2 (6,8) k $\Omega$
R32	100 (390) $\Omega$
R33	2,2 k $\Omega$ (470 $\Omega$ )
R34	3,9 k $\Omega$
R35	1,5 k $\Omega$
R36, R37	
R38, R39	2,7 k $\Omega$
R40	10 k $\Omega$
R41, R42	0,1 M $\Omega$
R43, R44	270 $\Omega$
R45	18 $\Omega$
R46	3,9 k $\Omega$
R47	1 k $\Omega$
R48	100 $\Omega$
R49	1,2 k $\Omega$ (330 $\Omega$ )
R50	3,9 k $\Omega$
R51	1,5 k $\Omega$
R52, R53	5,6 k $\Omega$
R54, R55	2,7 k $\Omega$
R56	1,2 k $\Omega$
R57-R81	4,7 (27) k $\Omega$
R82	33 k $\Omega$

#### Cívky:

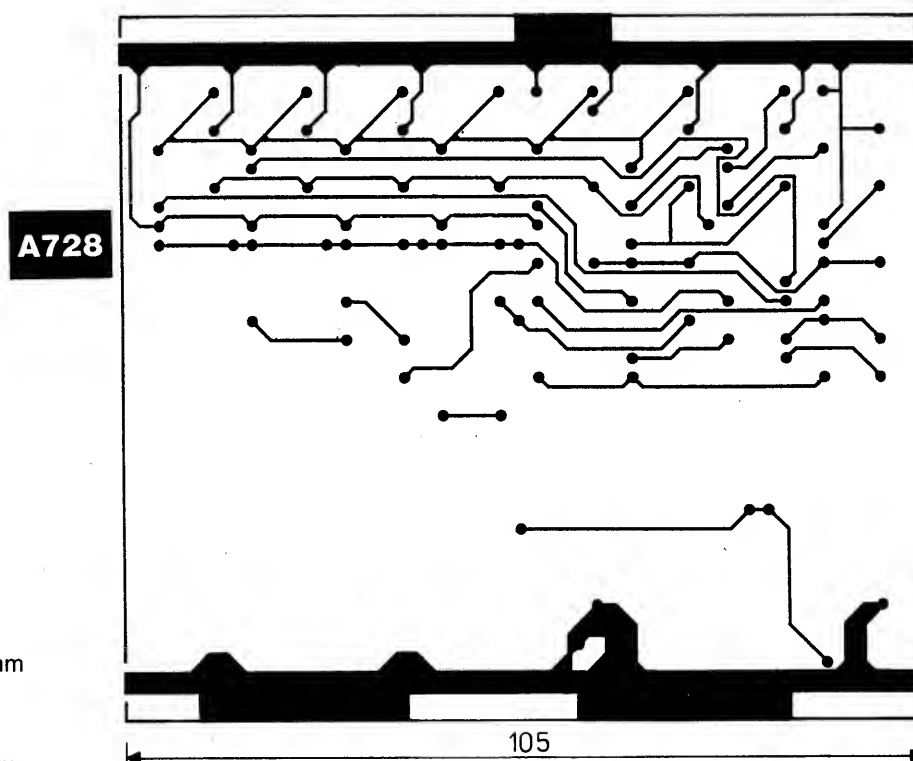
- L1 11 z CuL o  $\varnothing 0,25$  mm na  $\varnothing 5$  mm  
(podle krystalu)  
L2 4 z CuL o  $\varnothing 0,6$  mm na  $\varnothing 5$  mm  
na kostře bez krytu  
L3 3 z CuL o  $\varnothing 0,3$  mm na  $\varnothing 1,5$  mm  
samonosné

Kondenzátory (libov. keramický, není-li uveden typ):

C1	220 pF/TGL5155 (podle krystalu)	C11	10 nF, TK 744	C23	47 nF
C2	470 nF/TGL5155	C12	10 pF	C24	22 $\mu$ F, TF 010
C3	220 pF/TGL5155	C13	22 $\mu$ F, TF 010	C25	2,2 $\mu$ F, TE
C4	10 $\mu$ F, TE 003	C14	0,22 $\mu$ F, TC 180	C26	0,1 $\mu$ F, TC 180
C5, C6	1 nF	C15	100 $\mu$ F, TF 009	C27	0,47 $\mu$ F, TC 205
C7	27 pF	C16	10 nF, TK 744	C28	10 $\mu$ F, TE 003
C8	3,3 nF, TK 744	C17	27 pF	C29	0,1 $\mu$ F
C9	47 pF	C18	5,6 pF	C30	10 $\mu$ F, TE 003
C10	5,6 pF	C19, C20	150 pF	C31	10 nF, TK 744
		C21	100 nF	C32, C33	1 nF
		C22	100 pF	C34	10 nF, TK 744

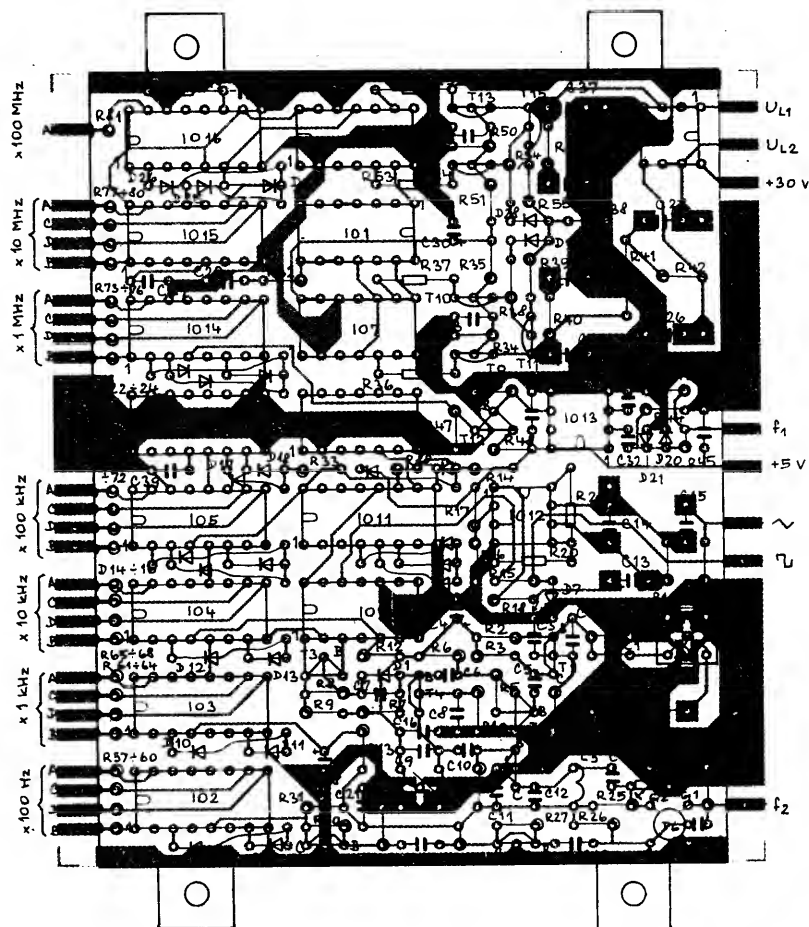


Obr. 11. Deska s plošnými spoji hlavní číslicové části (strana bez součástek)

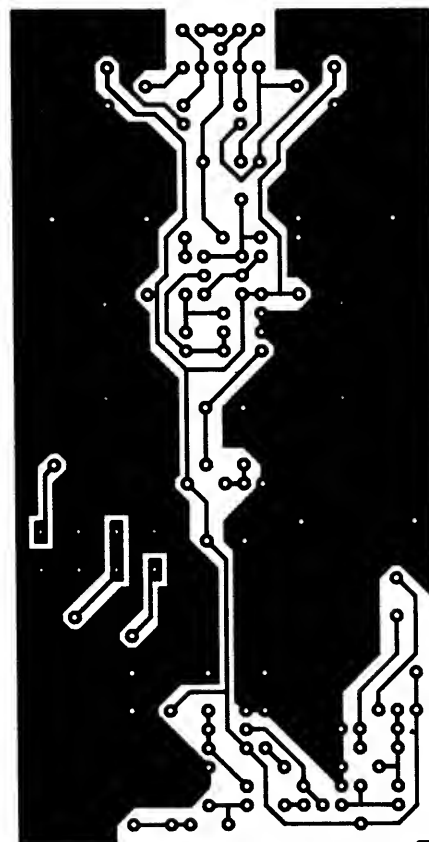


Obr. 12. Deska s plošnými spoji hlavní číslicové části (strana součástek)





Obr. 13. Osazení desky hlavní číslicové části součástkami



Obr. 14. Deska s plošnými spoji hlavní analogové části (strana bez součástek)

**A729**

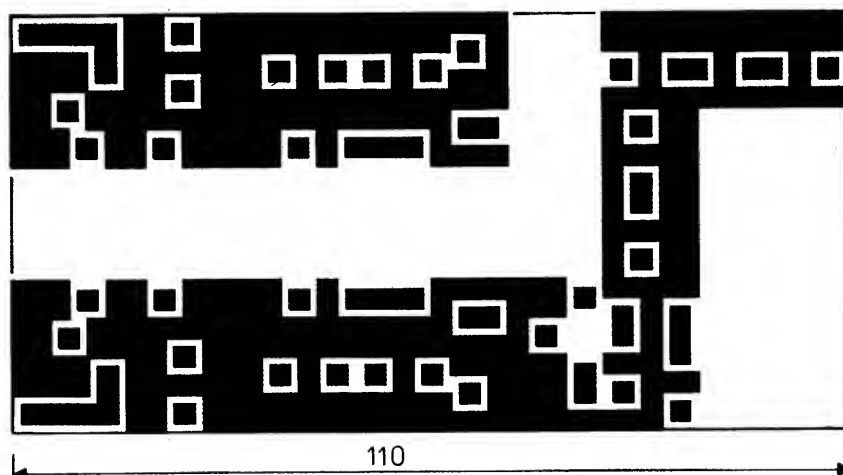
C35	47 nF
C36	10 $\mu$ F, TF 011
C37	0,47 $\mu$ F, TC 205
C38	0,1 $\mu$ F
C39	0,1 $\mu$ F
C40	(220 pF)

**Polovodičové součástky:**

D1 až D6	KA206
D7	LQ1101 (červená)
D8 až D29	KA206
T1	SF245 (BF505, apod.)
T2, T3	KSY21
T4, T5	SF245 (BF ...)
T6	KF907
T7, T8	SF245 (BF ...)
T9, T10	KC237
T11	KC307
T12	KSY82
T13, T14	KC237
T15	KC307
IO1	MH74ALS00 (74HC00)
IO2 až IO4	MH74ALS192 (74HC192)
IO5 až IO6	MH74ALS193 (74HC193)
IO7	MH74ALS74 (74HC74)
IO8	MAB2741 (B082)
IO9	MH74LS90 (74HC90)
IO10	MHB4024
IO11	MHB4020
IO12	MA1458
IO13	U664B (SAB6456)
IO14 až IO16	MH74ALS192 (74HC192)
IO17	MH74ALS74 (74HC74)

**Krystal:**

X	10 MHz pro sériovou rezonanci
---	-------------------------------



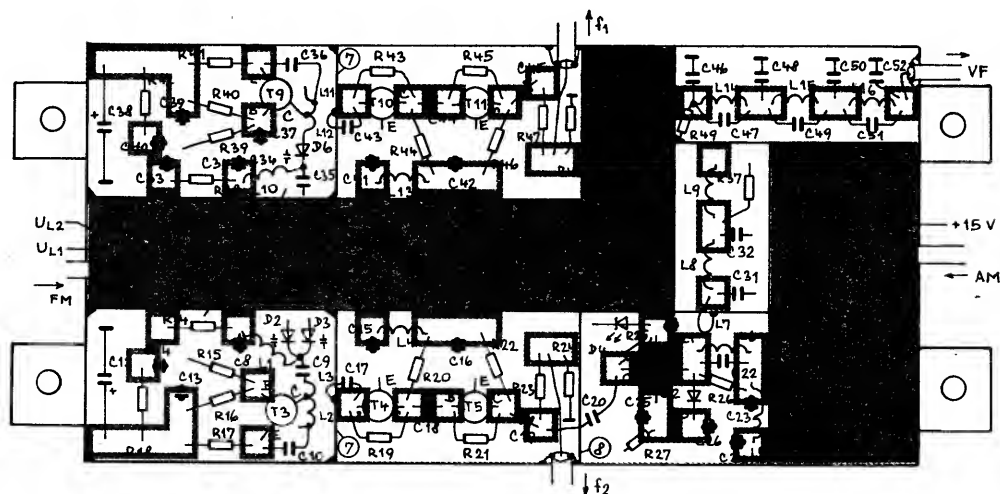
Obr. 15. Deska s plošnými spoji hlavní analogové části (strana součástek)

**Hlavní analogová část**

Rezistory ( $\pm 10\%$ , TR 212, není-li uvedeno jinak):

R1	330 $\Omega$
R2	3,9 k $\Omega$
R3	390 $\Omega$
R4, R5	330 $\Omega$
R6	2,2 k $\Omega$ , trimr TP 009
R7	6,8 k $\Omega$
R8	2,2 k $\Omega$
R9	47 k $\Omega$
R10	5,6 k $\Omega$

R11	1,5 k $\Omega$
R12	10 k $\Omega$
R13	1,5 k $\Omega$
R14	100 $\Omega$
R15	22 k $\Omega$
R16	10 k $\Omega$
R17	3,3 k $\Omega$
R18	680 $\Omega$
R19	0,1 M $\Omega$
R20	1 k $\Omega$
R21	68 k $\Omega$
R22	680 $\Omega$
R23	220 $\Omega$
R24	56 $\Omega$



▲ Obr. 16. Osazení desky hlavní analogové části součástkami ▶

R25	3,3 kΩ
R26	680 Ω
R27	1,5 kΩ
R28	0,15 MΩ
R29	10 kΩ
R30	330 Ω, trimr TP 009
R31	1 kΩ
R32	18 kΩ
R33	12 kΩ
R34	33 kΩ
R35	0,47 MΩ
R36	15 kΩ
R37	33 Ω
R38	100 Ω
R39	22 kΩ
R40	10 kΩ
R41	2,2 kΩ
R42	680 Ω
R43	27 kΩ
R44	470 Ω, 0,25 W
R45	12 kΩ
R46	220 Ω, 0,5 W
R47	820 Ω
R48	56 Ω
R49	120 Ω, viz text

Kondenzátory (libovolný keramický, není-li uveden typ):

C1	10 μF, TE 005
C2	2 μF, TE 005
C3	10 μF, TE 003
C4	560 pF, TK 794
C5, C6	50 μF, TE 004
C7, C8	1 nF, TK 661
C9	12 pF
C10	10 pF
C11	1 nF, TK 661
C12	10 μF/15 V
C13 až C16	1 nF, TK 661
C17	47 pF
C18 až C20	33 pF
C21	1 nF, TK 661
C22	8,2 pF
C23, C24	1 nF, TK 661
C25	100 pF, TK 621
C26	47 pF, TK 691
C27	47 pF
C28	2 μF, TE 005
C29	120 pF
C30	2 μF, TE 005
C31	22 pF
C32	15 pF

C33, C34	1 nF, TK 661
C35	22 pF
C36	10 pF
C37	1 nF, TK 661
C38	10 μF/15 V
C39 až C42	1 nF, TK 661
C43	47 pF
C44, C45	33 pF
C46	8,2 pF
C47	1,8 pF
C48	18 pF
C49	8,2 pF
C50	15 pF
C51	6,8 pF
C52	4,7 pF
C53	10 μF/15 V

Cívky:

L1	0,2 μH, 20 z CuL o Ø 0,15 mm na Ø 2 mm, samonosně
L2	4,5 z CuSn o Ø 0,5 mm na Ø 2,5 mm samonosně, mezera mezi závitů 0,5 až 1 mm – odbočky na 1/3 z (připojení C10), na 3 1/4 z (připojení T3) – levotočivě
L3	1/2 z vazební smyčka, zasahující asi 0,5 mm do oscilátorové komůrky, tvořena vývodem C17
L4, L5	0,2 μH, 20 z CuL o Ø 0,15 mm na Ø 2 mm, samonosně
L6	4 z CuL o Ø 0,5 mm na Ø 2 mm, samonosně, pravotočivě
L7	3/4 z, vazební smyčka z Cu Sn o Ø 0,5 mm na Ø 2 mm, přitisknutá z boku k L6
L8	15 nH, 3 z CuL o Ø 0,5 mm na Ø 2 mm, samonosně, závitů těsně u sebe
L9	30 nH, 5 z CuL o Ø 0,5 mm na Ø 2 mm, samonosně, závitů těsně u sebe
L10	0,2 μH, 20 z CuL o Ø 0,15 mm na Ø 2 mm, samonosně

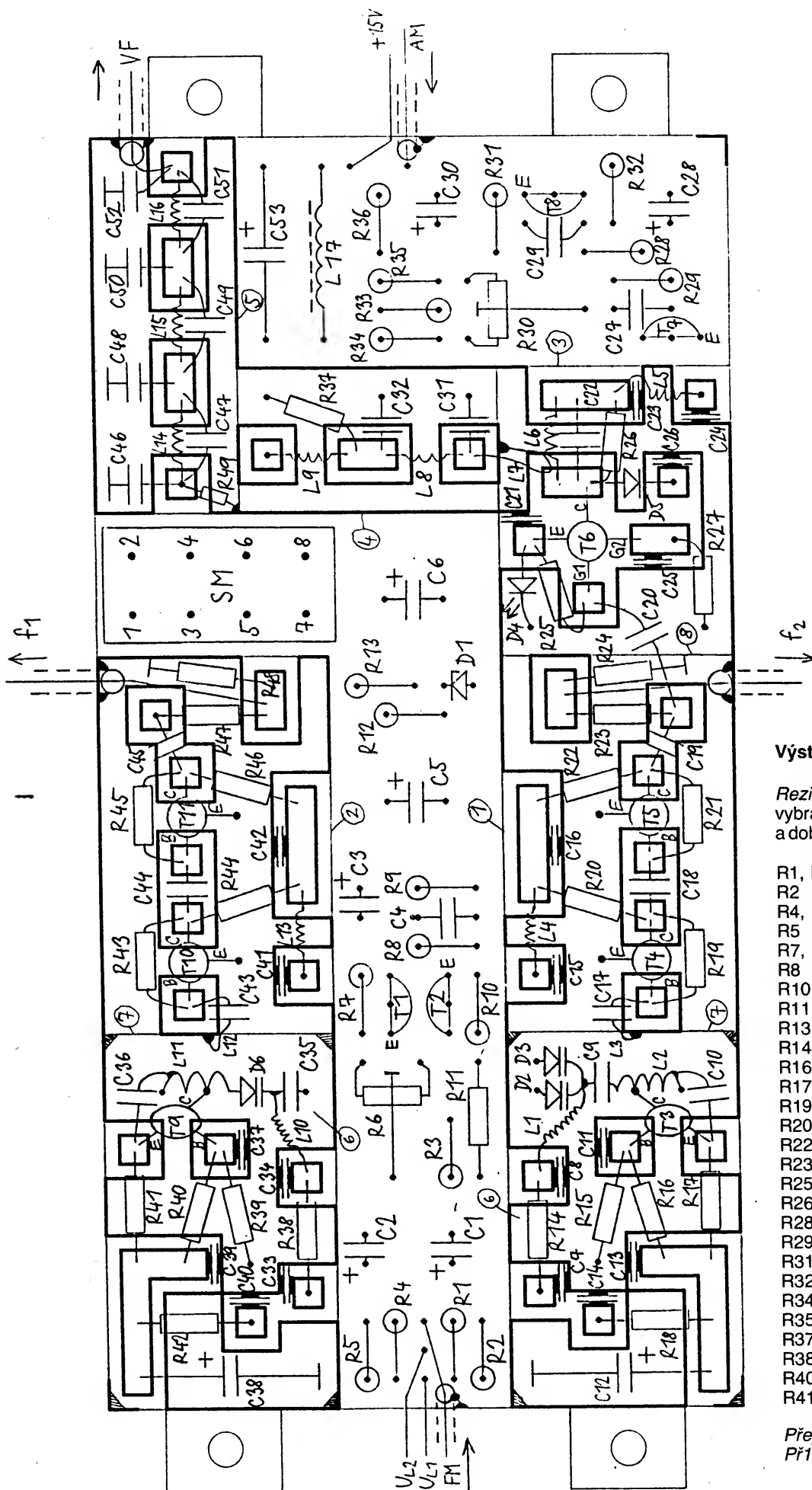
L11	3 z CuSn o Ø 0,5 mm. na Ø 2,5 mm, samonosně, mezera mezi závitů 0,5 až 1 mm – odbočky na 1/3 z (připojení C36), na 2 1/4 z (připojení T9) – pravotočivě
L12	1/2 z, vazební smyčka, zasahující asi 1,5 mm do oscilátorové komůrky, tvořena vývodem C43
L13	0,2 μH, 20 z CuL o Ø 0,15 mm na Ø 2 mm, samonosně
L14	42 nH, 6 z CuL o Ø 0,5 mm na Ø 2 mm, samonosně, závitů těsně u sebe
L15	31 nH, 5 z CuL o Ø 0,5 mm na Ø 2 mm, samonosně, závitů těsně u sebe
L16	29 nH, 5 z CuL o Ø 0,5 mm na Ø 2 mm, samonosně, závitů těsně u sebe
L17	5 μH, na feritové tyčce (CuL, Ø asi 0,3 mm)

Polovodičové součástky:

D1	KZ241/9
D2, D3	KB109G
D4	LQ1701 (zelené)
D5	KA223
D6	KB109G (viz text)
T1	KC239
T2	KC309
T3	BF479 (BF679, apod.)
T4, T5	BFR91
T6	KF907
T7	KC307
T8	KC239
T9	BF479 (BF679, apod.)
T10	BFR91
T11	BFR96

Směšovač:  
SM

UZ07



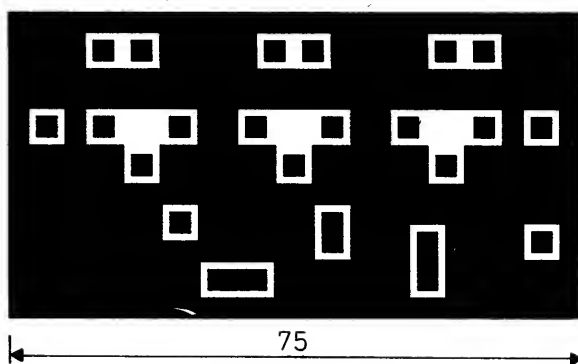
#### Výstupní útlumové články

Rezistory ( $\pm 1\%$ , TR 191, vybrány a dobrušeny z řady E24):

R1, R3	53,3 $\Omega$
R2	790 $\Omega$
R4, R6	96 $\Omega$
R5	71 $\Omega$
R7, R9	61 $\Omega$
R8	248 $\Omega$
R10, R12	53,3 $\Omega$
R11	790 $\Omega$
R13, R15	870 $\Omega$
R14	5,8 $\Omega$
R16, R18	436 $\Omega$
R17	11,6 $\Omega$
R19, R21	292 $\Omega$
R20	17,6 $\Omega$
R22, R24	221 $\Omega$
R23	23,9 $\Omega$
R25, R27	178,5 $\Omega$
R26	30,4 $\Omega$
R28, R30	150,5 $\Omega$
R29	37,4 $\Omega$
R31, R33	131 $\Omega$
R32	45 $\Omega$
R34, R36	116 $\Omega$
R35	53 $\Omega$
R37, R39	105 $\Omega$
R38	61,5 $\Omega$
R40, R42	96 $\Omega$
R41	71 $\Omega$

Přepínače:  
Př1 až Př8 tlačítkové  
mikrospínače  
ty Omron

Př WK 53337



Obr. 17. Deska s plošnými spoji výstupního zesilovače

### Výstupní zesilovač 40 dB

**A730**

Rezistory ( $\pm 10\%$ , TR 212, není-li uvedeno jinak):

R1	10 k $\Omega$
R2	15 $\Omega$ , TR 191
R3	12 $\Omega$ , TR 191
R4	56 k $\Omega$
R5, R6	330 $\Omega$
R7	820 $\Omega$
R8	47 $\Omega$
R9	15 $\Omega$ , TR 191
R10	12 $\Omega$ , TR 191
R11	15 k $\Omega$
R12, R13	330 $\Omega$
R14	330 $\Omega/0,25$ W
R15	12 $\Omega$
R16	15 $\Omega$ , TR 191
R17	12 $\Omega$ , TR 191
R18	6,8 k $\Omega$ , viz text
R19, R20	330 $\Omega$
R21	100 $\Omega/1$ W
R22	10 k $\Omega$

### Kondenzátory:

C1	1 $\mu$ F, TE 135
C2	33 pF, TK 774
C3	1 $\mu$ F, TE 135
C4	1 nF, TK 661
C5	10 $\mu$ F/15 V
C6	1 $\mu$ F, TE 135
C7	33 pF, TK 774
C8	1 $\mu$ F, TE 135
C9	1 nF, TK 661
C10	10 $\mu$ F/15 V
C11	1 $\mu$ F, TE 135
C12	33 pF, TK 774
C13	1 $\mu$ F, TE 135
C14	1 nF, TK 661
C15	10 $\mu$ F/15 V

C16	1 $\mu$ F, TE 135
C17	50 $\mu$ F/15 V
C18	1 nF, průchodkový

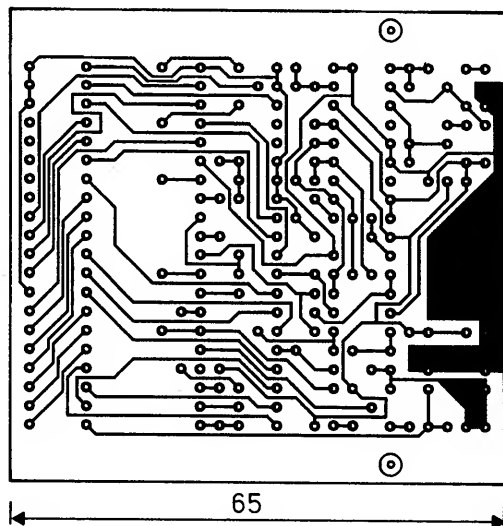
### Cívky:

L1 až L3	10 z CuL o $\varnothing$ 0,25 mm na $\varnothing$ 2 mm, samonosně
L4	8 mH ve feritovém hrníčku
L5	0,4 $\mu$ H, 25 z CuL o $\varnothing$ 0,5 mm na $\varnothing$ 3 mm, samonosně

### Polovodičové součástky:

T1	BFR90
T2	BFR91
T3	BFR96

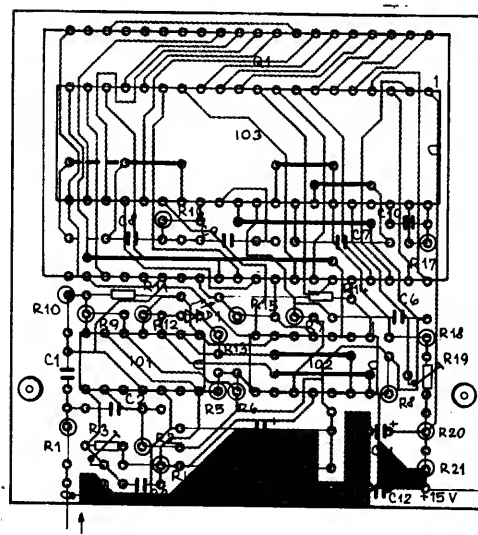
Obr. 18. Osazení desky výstupního zesilovače součástkami (mezera mezi dnem krabice a deskou je asi 5 mm)



Obr. 19. Deska s plošnými spoji měřicí modula

**A731**

Obr. 20. Osazení desky měřicí modula



### Měřič modula

Rezistory ( $\pm 10\%$ , TR 212, není-li uvedeno jinak):

R1	15 k $\Omega$
R2	82 k $\Omega$ , MLT ( $\alpha_R$ kladný)
R3	47 k $\Omega$ , trimr TP 008
R4	56 k $\Omega$ ( $\alpha_R$ záporný)
R5	9,9 k $\Omega$ , 1 %
R6	100 $\Omega$ , 1 %
R7	1 M $\Omega$
R8	1,8 k $\Omega$
R9	68 $\Omega$ (viz text)
R10	5,6 k $\Omega$
R11	56 k $\Omega$
R12	18 k $\Omega$

R13	1,5 k $\Omega$
R14, R15	1 M $\Omega$
R16	47 k $\Omega$
R17	0,1 M $\Omega$
R18	470 $\Omega$
R19	330 $\Omega$ , trimr TP 008
R20	22 k $\Omega$
R21	1,8 k $\Omega$

Kondenzátory (libovolný nekeramický, není-li uveden typ):

C1	120 pF, TK 774
C2	0,47 $\mu$ F
C3	4,7 nF, TK 744
C4, C5	47 $\mu$ F, TF 009

C6	47 nF
C7	100 nF
C8	0,22 $\mu$ F
C9	0,47 $\mu$ F
C10	100 pF, TK 794
C11	20 $\mu$ F, TE 004
C12	5 $\mu$ F, TE 004

### Polovodičové součástky:

D1	VQA47
IO1	LM339
IO2	CD4066
IO3	ICL7106
Displej:	
Q1	4DR821B

## Napájecí zdroj

Rezistory ( $\pm 10\%$ , TR 212 není-li uvedeno jinak):

R1	22 k $\Omega$
R2, R3	3,3 k $\Omega$
R4	330 $\Omega$ (viz text)
R5	4,7 k $\Omega$
R6	15 $\Omega$
R7, R8	18 k $\Omega$ (shoda odporu 1 %)
R9	0,33 M $\Omega$
R10	18 k $\Omega$
R11	0,27 M $\Omega$
R12	0,47 M $\Omega$ , trimr TP 008
R13	2,2 k $\Omega$
R14	2,7 k $\Omega$
R15	330 $\Omega$

### Kondenzátory:

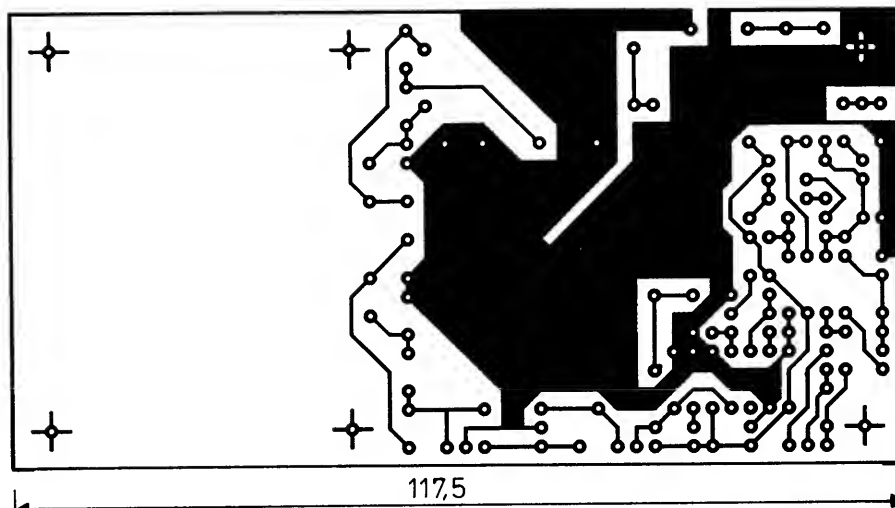
C1	1 mF/15 V
C2	10 $\mu$ F/TE 003
C3	500 $\mu$ F/35 V
C4	220 pF, TK 774
C5	10 $\mu$ F, TE 003
C6	5 $\mu$ F, TE 004
C7	100 $\mu$ F/40 V
C8	100 $\mu$ F/63 V
C9	2 $\mu$ F, TE 005
C10	10 $\mu$ F, TE 003
C11, C12	4,7 nF, TC 237
C13	2 $\mu$ F, TE 005

### Polovodičové součástky:

D1 až D10	KY130/80
D11 až D14	KA206
T1	KD137
IO1, IO2	7805
IO3	723CN
IO4	MA1458

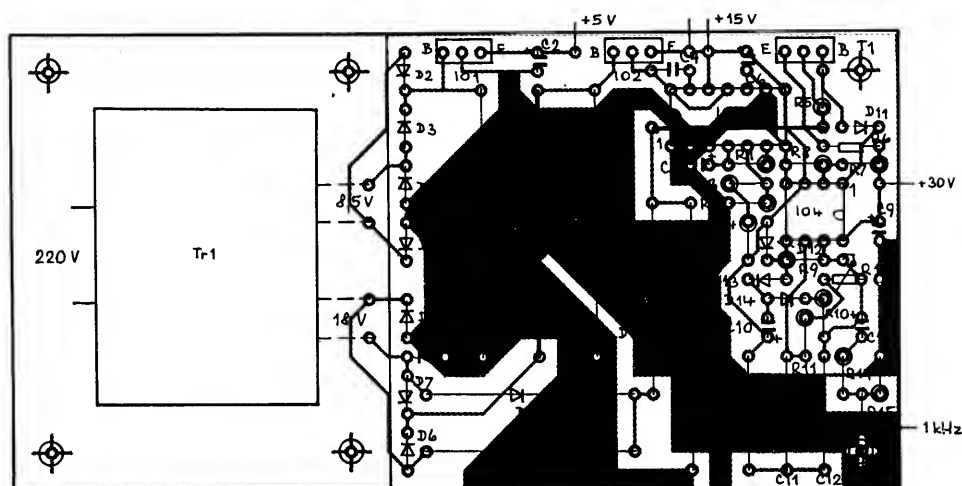
### Transformátor:

Tr1	primární vinutí: 220 V – 2400 z/ $\varnothing$ 0,18 sekundární vinutí: 8,5 V – 98 z/ $\varnothing$ 0,4 mm, jádro EI20 $\times$ 20
-----	---

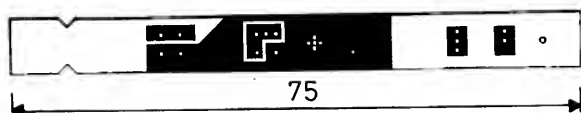


Obr. 21. Deska s plošnými spoji zdroje

**A732**



Obr. 22. Osazení desky zdroje



Obr. 23. Deska s plošnými spoji detekční sondy

**A733**



Obr. 24. Osazení desky detekční sondy

## Detekční sonda

Rezistory ( $\pm 10\%$ , TR 212):

R1	0,1 M $\Omega$
R2	68 k $\Omega$

### Kondenzátory:

C1	2,2 nF, TK 744
C2	330 pF, TK 794

### Polovodičové součástky:

D1, D2	GA205
--------	-------

## Základní šasi

### Rezistor:

R1	10 k $\Omega$ , TR 212
----	------------------------

### Kondenzátory:

C1	10 nF, TK 744
C2	0,47 $\mu$ F, TE 135

### Potenciometr:

P1	5 k $\Omega$ , logaritmický, TP 160
----	--

### Cívka

L1	4 $\mu$ H, na feritové tyčce, CuL, $\varnothing$ asi 0,3 mm
----	--

### Konstrukční díly:

Př1	TS 122 4231
Př2	posuvný dvou- pólový přepínač
S1	síťové tlačítko ISOSTAT
volič f	TS 211 02 01 (7 ks)
Po	pojistka TO,2A
konektory	
BNC	(4 ks)
síťová šňůra Flexo	



Základní šasi se skládá z předního a zadního panelu, levé bočnice, středního dílu a pravé bočnice. Střední díl vyztužuje šasi a odstiňuje výstupní obvody generátoru od hlavní číslicové části.

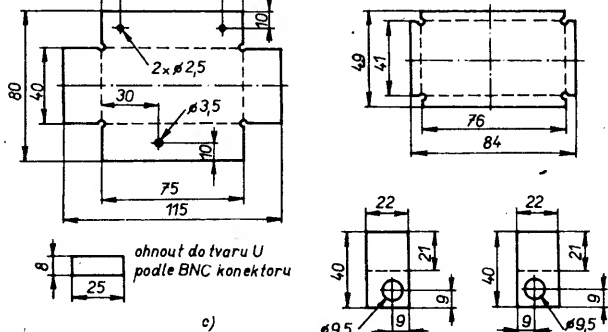
Číslicová část, analogová část a napájecí zdroj jsou přišroubovány na držáky, vyhnuté z bočnic a středního dílu.

– napětí minimalizováno, vytvořil jsem jakousi kompenzační smyčku. Z analogové části je vodič  $U_{L1}$  veden nejprve rovněž k zadnímu panelu, tam se obrací, a přes horní víko analogové části se rovně přivádí k číslicové části (viz fotografie).

### Uvedení přístroje do chodu

K úspěšnému uvedení do provozu je nezbytně nutné mít alespoň digitální

K úspěšnému uvedení do provozu je zbytně nutné mít alespoň digitální

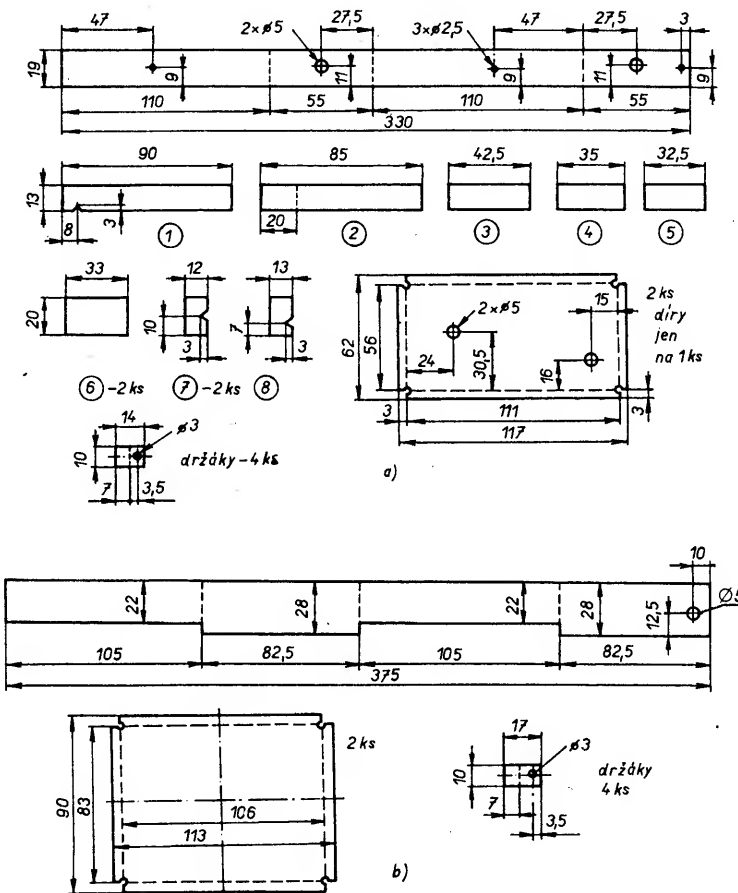


*a – hlavní analogová část; b – hlavní číslicová část; c – výstupní zesilovač;  
d – hrubý dělič; e – jemný dělič*

Základní ožívování je vhodné dělat postupně po jednotlivých deskách, konečné seřízení až na kompletním oživeném generátoru. Začneme tedy deskou zdroje.

napájecí vodiče  
lším blokům jsou

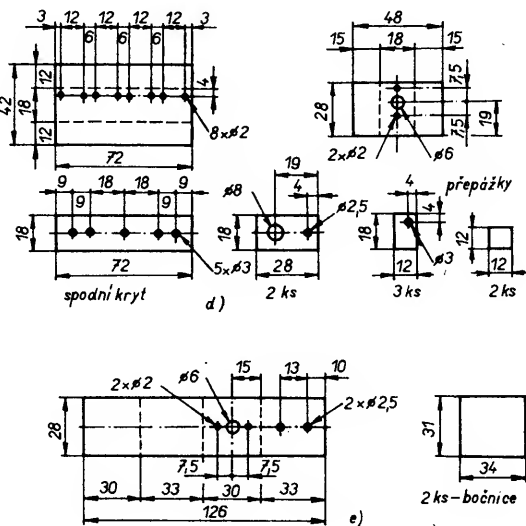
Čelá zdrojová deska by měla pracovat na první zapojení. Změnou odporu



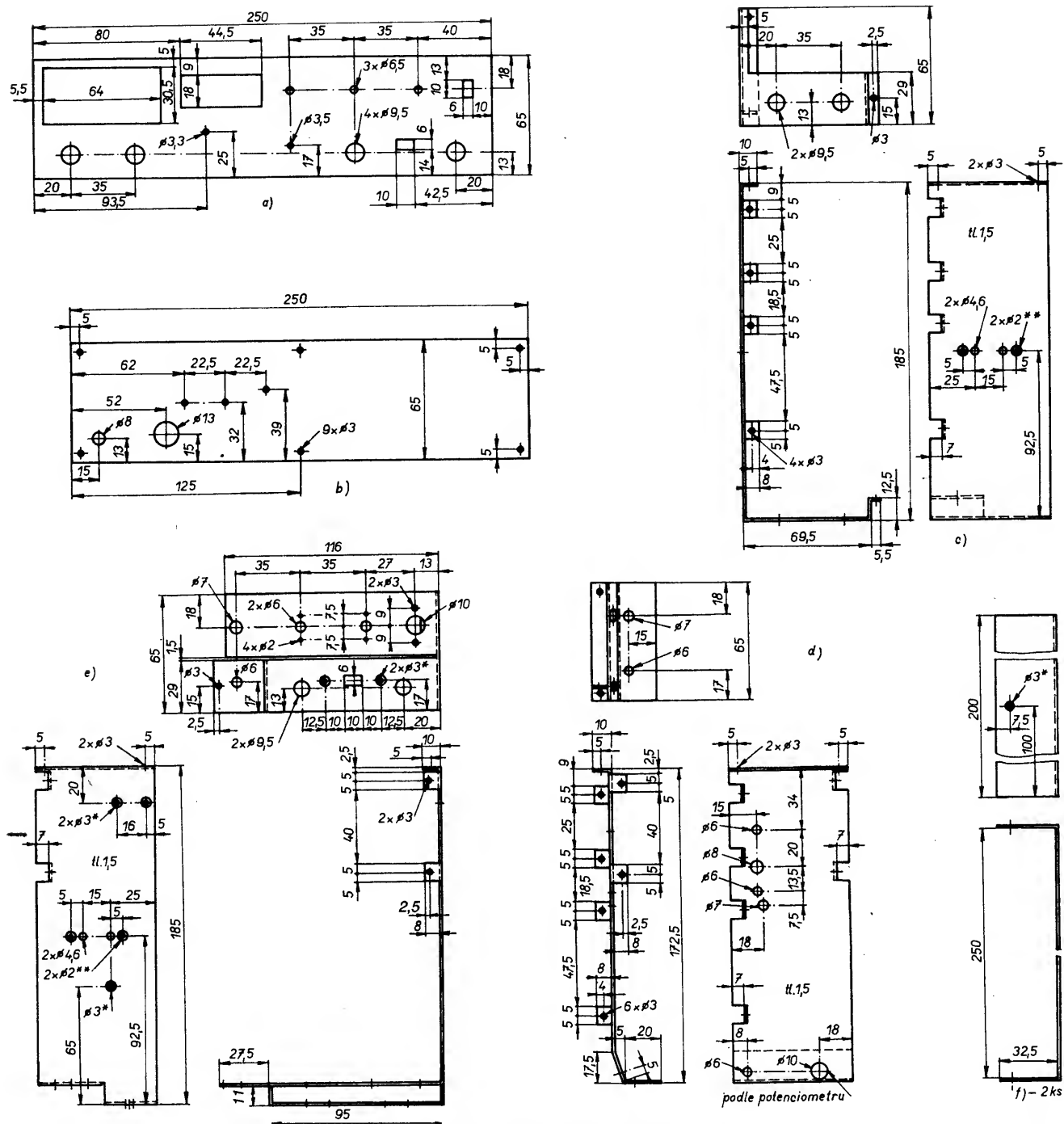
### Oživení analogové části

pojíme-li napájecí zdroj, můžeme tyto desky odebírat pro

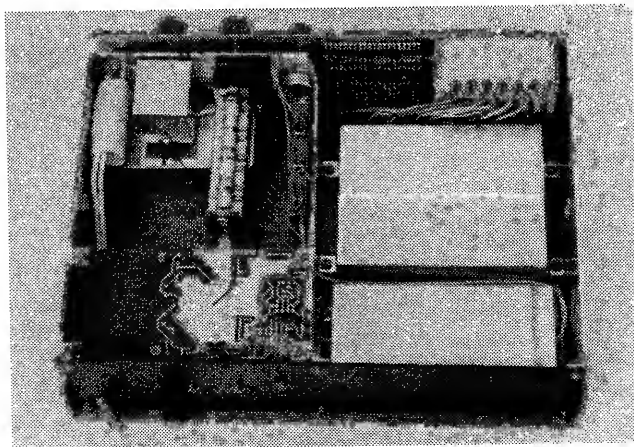
Čítačem mēříme kmitočet VCO2  
a stlačením nebo roztažením cívký L2



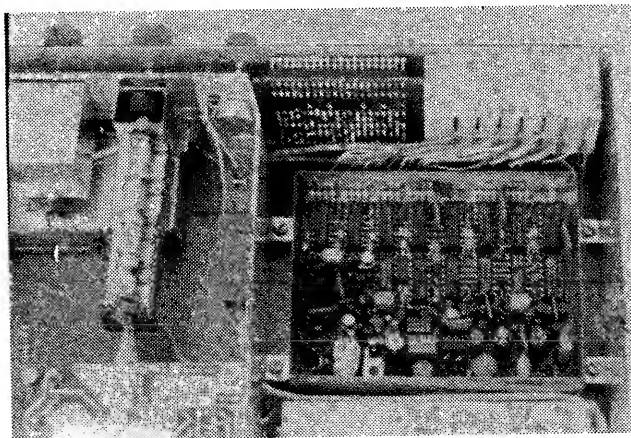




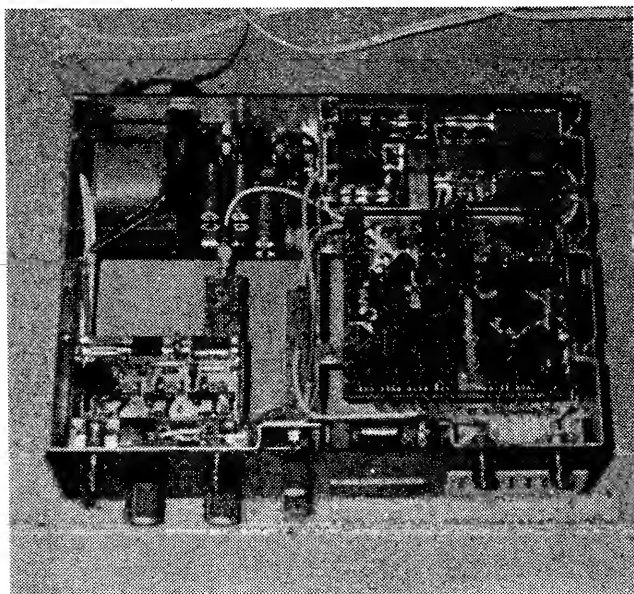
Obr. 26. Mechanické díly skříňky



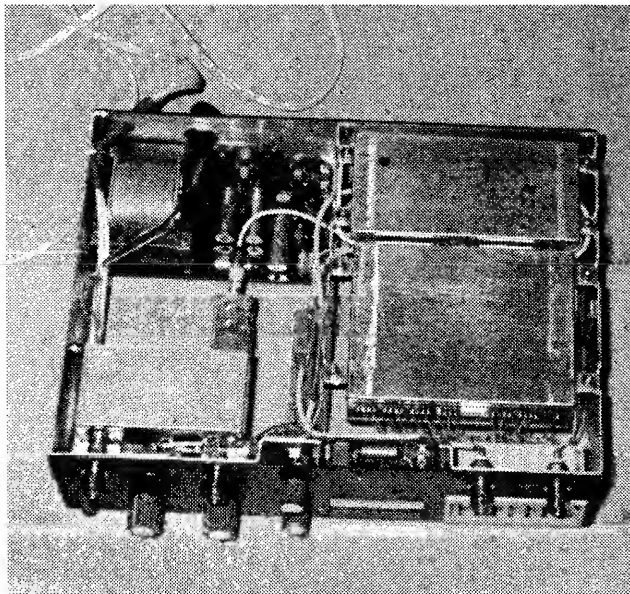
Obr. 27. Pohled na přístroj shora



Obr. 28. Detail pohledu shora po sejmutí krytu bloku hlavní číslicové části



Obr. 29. Pohled zdola



Obr. 30. Pohled zdola při sejmutých krytech bloků

jej nastavíme do rozmezí 299 až 300 MHz. Podobně se cívkou L11 nastaví i kmitočet VCO1. V rozsahu 300 až 499 MHz se musí ladící napětí „vejít“ s určitou rezervou do rozmezí 3,2 až 28 V. To je maximální možný napěťový rozsah fázového detektoru v číslicové části. Rozsah ladění lze v případě potřeby zvětšit mírným zvětšením kapacity C35. Fázový šum VCO1 lze o něco zmenšit výběrem varikapu D6 z většího počtu kusů. K tomu však musíme mít měřič zdvihu, nebo alespoň kvalitní přijímač FM.

— Přihýbáním smyček L3 a L12 pak nastavíme v napětí na výstupech oddělovacích zesilovačů do rozmezí, uvedeného ve schématu (měřeno v milivoltmetrem i při přeladování). Potom již můžeme kmitavé obvody oscilátorů zakapat (nebo spíše zalít) voskem. Fixují se jím všechny součástky, které mají vliv na oscilační kmitočet (L1, D2, D3, C9, L2, L3, C10, T3, L10, C35, D6, L11, L12, C36, T9). Nakonec oba oscilátory uzavřeme víčky a po obvodu důkladně zapájíme. Pozor – vosk i víčka mají vliv na oscilační kmitočet, musíme jej při práci stále kontrolovat a případné odchylky ihned opravit!

Rezonanční obvod v obvodu kolektoru T6 se ladí roztažením nebo stlačením cívky L6 na minimum stejnosměrného regulačního napětí elektrody G<sub>2</sub>. Po nalezení minima je pro optimální činnost modulátoru vhodné cívku L6 mírně stlačit. To zabezpečí na kmitočtu  $f_2$  mírně kapacitní zátěž tranzistoru T6. Při indukčním charakteru zátěže má T6 snahu při promodulování nakmitávat. Ladění tohoto rezonančního obvodu není příliš ostré. Nebude-li ani při značném roztažení L6 dosaženo minima ss napětí, nemusíme si s tím dělat velké starosti. V tomto případě, pokud modulátor správně moduluje (ověřit osciloskopem na výstupu), úplně postačí nechat cívku tak, jak je.

Cívky L8, L9, L14, L15, L16 není nutné ladit. Jejich indukčnost je dostatečně přesně definována tím, že závit

jsou těsně u sebe v co nejvíce stlačeném stavu.

#### Oživení číslicové části

Po připojení napájecího napětí odeberají obvody desky ze zdroje 5 V proud asi 200 mA (s HCMOS asi 120 mA), ze zdroje 30 V asi 5 až 10 mA.

Nejdříve je nutno zkontrolovat krystalový oscilátor. Kmitočet 10 MHz měříme čítačem, připojeným na vstup IO9. Změnou indukčnosti cívky L1, příp. kapacity kondenzátoru C1 jej nastavíme na přesnou hodnotu. Pokud s daným krystalem kapacita C1 vychází velmi malá (jednotky až desítky pF), je lépe namísto L1 zapojit doladovací kondenzátor. Podle mých zkušeností takovéto krystaly pro paralelní rezonanci mají horší teplotní stabilitu. Nemusí to však být pravidlem.

Po oživení oscilátoru zkontrolujeme správnou činnost děliček časové základny a integrátoru IO12.

Laděné obvody násobiče se ladí na maximum uvedené harmonické složky pomocí sacího měřiče rezonance nebo smyčkou volně navázaného analyzátoru. V nejhorším případě lze použít i čítač, to však vyžaduje značnou zkušenost. Cívka L3 se ladí roztažením nebo stlačením závitů. Trimr R23 při tom má být asi v polovině své dráhy.

Po propojení bloku s analogovou částí by již měl pracovat první syntezátor. Pokud nepracuje, je třeba hledat závadu. Může se stát (zejména u HCMOS), že syntezátor pracuje, ale při určitých nastavených kmitočtech je skutečný kmitočet v jednotkách, desítkách nebo stovkách jiný. V tom případě je nutno experimentovat s kapacitou kondenzátoru C40 (je-li použit), příp. ještě R49. Obecně lze říci, že čím je menší odpor rezistoru R49, tím je funkce stabilnější. Při malém odporu se však zvětšuje odebíraný proud a také výstupy děličů jsou nadměrně zatěžovány.

Před ožíváním druhého syntezátoru musí být přesně naladěny cívky násobiče L2 a L3. Při změně odporu trimru

R23 by měl syntezátor začít pracovat. Běžce trimru nastavíme doprostřed pásma správné činnosti mezi oba krajní body vysazení. U verze s obvody HCMOS je vhodné zkontrolovat střední hodnotu ss napětí na kolektoru T8 a případnou změnou odporu R30 ji nastavit na 2,5 V. Pokud ani potom syntezátor nepracuje, je zřejmě v zapojení závada.

#### Oživení měřiče modulace

Tuto desku je výhodné oživit ještě před přišroubováním do generátoru, protože potom je již k součástkám obtížný přístup. Po připojení k napájecímu napětí kontrolujeme provozuschopnost celého bloku. Odebíraný proud je asi 7 mA, při rozsvícení diody D1 asi 15 mA.

Dále je vhodné změřit stejnosměrné napětí na C5 a C11. Při zkratovaném vstupu ověříme, zda rozsah trimru R3 je dostatečný k nastavení nuly. Pokud ne, doporučuji pro dobrou teplotní stabilitu nuly raději vyměnit IO1, než upravovat odpor R4. Změnou odporu rezistoru R9 lze ovlivnit úroveň přepínání na vyšší rozsah. Má být asi 150 až 190 mV.

#### Oživení výstupního zesilovače

Stejně jako u předchozích bloků nejdříve kontrolujeme odebíraný proud, který by měl být asi 115 mA. Pak změříme kolektorové napětí jednotlivých tranzistorů. Aby se při tom zesilovač nerozkmital, musíme odpojit kondenzátory C6 a C11. Na pracovních bodech T1 a T2 příliš nezáleží. Napětí na kolektoru T3 nastavíme případnou změnou odporu rezistoru R18 na  $7 \pm 0,5$  V. Nakonec zkontrolujeme, zda je celý zesilovač schopen funkce. Seřizujeme jej až s kompletně oživeným a seřízeným generátorem.

#### Nastavení a seřízení celého generátoru

K této závěrečné práci přikročíme, pokud všechny obvody správně pracují a celý generátor je kompleťován.

Začneme nastavením základní úrovně výstupního napětí analogové části.

Nejdříve je však třeba určit odpor rezistoru R49: Při zatížení výstupu odporem 50  $\Omega$  se musí napětí zmenšit na polovinu. Přihýbáním smyčky L7 z boku k cívice L6 nastavíme výstupní napětí 10 mV na zátěži 50  $\Omega$ . Měříme nejlépe nF milivoltmetrem na kmitočtu řádově 100 kHz, aby se neuplatnil výstupní filtr za směšovačem.

Je vhodné zjistit kolísání amplitudy výstupního napětí v celém kmitočtovém rozsahu. Měříme při úrovni 10 mV buď vF milivoltmetrem při zátěži 50  $\Omega$ , nebo spektrálním analyzátozem. Případné nedostatky lze částečně upravit změnou paralelních kapacit ve výstupním filtru (hlavně C46, příp. i C48).

Dalším krokem je nastavení základního zesílení výstupního zesilovače. Měříme napětí při vřazeném zesilovači a bez něj na zátěži 50  $\Omega$  nF milivoltmetrem při kmitočtu řádově 100 kHz. Úpravou, příp. dobroušením rezistorů R3, R10 a R17 nastavíme zisk přesně na 40 dB. Zesilovač přitom nesmí kmitat!

Při dalším měření sledujeme kolísání výstupního napětí zesilovače v celém kmitočtovém rozsahu generátoru. Shodným roztážením nebo stlačením cívek L1, L2 a L3 dosáhneme žádaného zisku na vysokých kmitočtech.

Poslední operací je seřízení úrovně modulačních signálů. V praxi se mi nejlépe osvědčil tento postup: Trimr R3 v měřící module nejdříve seřídíme na nulový údaj. Potom v režimu SWEEP a při maximální modulaci nastavíme trimrem R19 údaj 10,00. Pozor na náhodný zkrat potenciometru proti zemi (např. šroubovákem)! IO3 se tím spolehlivě zničí (mám to již dvakrát vyzkoušené). Skutečný zdvih FM se pak nastavuje trimrem R6 v analogové části. Nej přesněji to lze učinit pomocí analyzátoru s využitím Besselových nul. Hodnoty modulačního indexu, při kterých zcela vymizí složka nosné vlny, jsou  $m_1 = 2,40$ ;  $m_2 = 5,52$ ;  $m_3 = 8,66$ ;  $m_4 = 11,79$ ;  $m_5 = 14,93$ ; ... atd. Jako náhradní řešení lze použít cejchování podle osciloskopu v režimu rozmitání. Při kmitočtu 1 MHz a stejném zdvihu musejí mít špičky nulového kmitočtu, sejmuté detekční sondou, maximální výšku a nesmějí se rozdvajovat (měřeno při úrovni 1 V a rychlosti časové základny osciloskopu 5 ms/dílek). Nastavení správné hloubky AM podle osciloskopu je již triviální. Při údajích měřiče modulace 100 % se trimrem R30 v analogové části nastaví odpovídající tvar signálu na výstupu.

Na závěr je žádoucí celý generátor znovu zkontrolovat a proměřit ve všech režimech činnosti.

### Poznámky ke stavbě

Generátor s obvody HCMOS v číslicové části by teoreticky měl mít lepší kmitočtovou stabilitu v důsledku menšího ohřívání krystalového oscilátoru. Poněkud obtížnější však může být jeho oživování. Kdo si není jistý, zda oživení syntezátorů zvládne, tomu doporučuji raději obvody ALS výroby TESLA, se kterými pracovaly syntezátory bez nejmenších problémů při oživování. Bylo ověřeno i více kusů těchto IO z různých

výrobních sérií. Obvody HCMOS, které mají být úrovněově kompatibilní s TTL, jsem nezkoušel.

Datové vodiče, vedoucí od syntezátorů k voliči kmitočtu, nepatrně vyzařují. Není to nikterak kritické. Kdo by však chtěl pro kvalitu svého přístroje udělat maximum, může je pomocí kondenzátorů s kapacitou 1 nF všechny zablokovat na kostru číslicové části.

Pokud zvolíte odlišnou mechanickou konstrukci, vždy mějte na paměti, že výstupní zesilovač musí být v těsném kontaktu s předním panelem a zejména s výstupním konektorem. Není-li to splněno, asi budete mít potíže s jeho kmitáním.

Komu by nestačilo potlačení složek  $f_{\text{vyst}} \pm 20$  MHz asi 52 dB, musí mezi číslicovou a analogovou část vřadit do cesty signálu  $f_2$  oddělovací zesilovač. Tím se zamezí pronikání kmitočtu 280 MHz do analogové části.

Přístroj samozřejmě pracuje i při nastavení kmitočtu nižšího, než 10 kHz. Od tohoto kmitočtu však začíná být pozorovatelné osciloskopem chvění kmitočtu vlivem fázového šumu. Přibližně pod 1 kHz se začíná zkruslovat sinusový průběh, což je patrně zaviněno vzájemným ovlivňováním oscilátorů. Pod 300 Hz je již signál naprosto nepoužitelný k čemukoli.

### Závěr

Popsaný přístroj je výsledkem snahy, jak v daném čase a s danými prostředky dosáhnout co nejlepších užitečných vlastností. Pro běžná amatérská měření plně vyhovuje, i když samozřejmě nemůže konkurovat drahým zahraničním výrobkům. Zvládnutí kmitočtů např. až 500 MHz by si vyžádalo základní změnu koncepce a přístroj by musel být podstatně složitější.

V některých blocích generátoru jsou použita originální obvodová řešení, která by bylo možno uplatnit i v jiných zařízeních. Jsou to např. proměnné děliče kmitočtu, amplitudový modulátor, širokopásmový zesilovač, lineární špičkový usměrňovač, stabilizátor  $\pm 15$  V, apod.

V zájmu komfortu obsluhy se přímo nabízí řídit celý generátor jednočipovým mikropočítačem. To však již přesahuje rámec mého příspěvku. Útlumové články by se pak měly přepínat miniaturními relé.

Jako příslušenství lze zhotovit diodový násobič kmitočtu, který bude produkovat buď sudé nebo liché harmonické, nebo oboje. Tak lze obsáhnout i pásma UHF a používat rozmitací režim ke sladění kanálových voličů i anténních zesilovačů. Dalším doplňkem může být logaritmický zesilovač, který se zapojuje mezi detekční sondu a osciloskop. Lze použít zapojení podle [5], je však třeba upravit vstupní odpor na 1 M $\Omega$ .

Při provozu generátoru je nutno počítat s tím, že na výstupu zesilovače je přítomen i jeho vlastní vstupní šum, zesílený o 40 dB. Zesilovač se proto zapíná pouze v případech, je-li třeba napětí větší než 10 mV. Pro menší napětí je výhodnější používat přímý vstup generátoru.

Na závěr přeji všem mnoho úspěchů při stavbě tohoto poměrně náročného přístroje.

### Literatura

- [1] Manual; Circuit diagrams Signal generator SMDU 249.3011.07. Rohde & Schwarz, München.
- [2] Manual; Circuit diagrams Precision signal generator SCHLUMBERGER 4000A. Schlumberger-Enertec, München.
- [3] Manual; Generator MARCONI 2022C. Marconi instruments Ltd., London.
- [4] Doležilek, J.; Munzar, M.: Signální generátor 0,1 až 110 MHz. Příloha Amatérského radia 1982, s. 57.
- [5] Šenfeld, M.: Rozmitač 250 MHz. Příloha Amatérského radia 1988, s. 25.
- [6] Fadrhons, J.: Fázově kmitočtové detektory pro číslicové syntezátory. Sdělovací technika 2/1978, s. 53.
- [7] Fadrhons, J.: Návrh fázové smyčky 2. typu pro číslicový kmitočtový syntezátor. Sdělovací technika 9/1978, s. 341.
- [8] Hasan, P.: Návrh fázového závěsu s integrovaným obvodem MHB4046. Sdělovací technika 10/1983, s. 371.
- [9] Rohde, U. L.: Digital PLL frequency synthesizers, theory and design. Prentice-Hall 1983 Inc., Englewood Cliffs, N. J., USA.
- [10] Hoder, K.: Program pro výpočet odezvy lineárního systému. Sdělovací technika 9/1989, s. 347.
- [11] Pavlovce, J.; Šramar, J.: Krystalové jednotky a oscilátory. Amatérské radio řady B č. 2/1987, s. 42.
- [12] Křišťan, L.; Vachala, V.: Příručka pro navrhování elektronických obvodů. SNTL Praha 1982.
- [13] 5. Katalog – Elektronické součástky 1989 (novinky, dodatky). TESLA 1989.
- [14] Vířaz, I.: Multiplikativní zmiešovač s tranzistorem KF910. Amatérské radio řady A č. 5/1987, s. 188.
- [15] Krupka, Z.; Kuncel, J.: Úvod do problematiky družicových přijímačů. Amatérské radio řady B č. 1/1990, s. 18.
- [16] 2. Katalog – Diskrétní součástky polovodičové, optoelektronické a vakuové. TESLA 1987.
- [17] Rataj, M.: Vyvážený diodový zmiešovač UZ07. Amatérské radio řady A č. 3/1985, s. 113.
- [18] Chanzel, G.: Spravočník po rasčotu filterov. Sovětskoje radio, Moskva 1974.
- [19] Šoupal, Z.: Vř děliče 90 dB. Amatérské radio řady A č. 11/1976, s. 426.
- [20] Krupka, Z.; Kuncel, J.: Vř zesilovače, filtry. Amatérské radio řady B č. 1/1987, s. 2.
- [21] Striž, V.: Nové germaniové a křemíkové vysokofrekvenční tranzistory. Amatérské radio řady A č. 5; 6/1982, s. 189.

# TECHNIKA RADIOAMATÉRSKÉHO SPORTU

## Minitransceiver 145 MHz TRP-4

Petr Novák, OK1WPN

Myšlenka jednoduché a levné „převáděčové krystalky“ je mezi radioamatéry stále aktuální, proto jsem se přibližně před 4 lety pokusil o inovaci někdejšího „Trpaslíka“ v nové variantě TRP-4. Stále více chybějící dílčím ml přitom nahrazovali moji mladí přátelé Věra, OL3BTT (dnes OK1FYW), a Roman, OL3VSP (dnes OK1VTV), kterým tímto za jejich pomoc děkuji. V OK1KVK tak mohla vzniknout skutečně kapesní radiostanice jednoduché konstrukce, navíc odpovídající možnostem studentské peněženky. Přesto bychom chtěli upozornit úplné začátečníky na možná úskalí při praktické realizaci, proto i popis bude podrobnější. Stěsnané, tzv. „nallisované“ konstrukce bývají někdy zdrojem nečekaných překvapení a i když bylo řešení ověřováno už v několika exemplářích, i když byla třikrát přepracována deska s plošnými spoji, mohou se v konečné fázi objevit potíže. Na to, jak se jim vyhnout, poukážeme v textu.

Při návrhu kapesní radiostanice TRP-4 jsme si stanovili zásadu, že „méně je někdy více“. Proto byla zvolena koncepce jednoduše kanálové radiostanice s určením výhradně pro duplexní provoz přes místní převaděč. Přes zmíněná úmyslná omezení však nejde o ryzí „převáděčovou krystalku“ jako u předchozích, více než 10 let starých konstrukcí TRP-1 až TRP-3, ale o standardní superhet s dobrou stabilitou, doplněný velice dobře pracujícím umlčovačem šumu, s vyhovující hlasitostí. Na konstrukci přijímače si také můžeme ověřit možnosti, které nám poskytují integrované obvody MCA770A a MBA915 (TCA770 a TBA915). Vzhledem k nepatrné energetické náročnosti jsou vhodné právě pro doslova kapesní zařízení. Tomu odpovídá i formát desky s plošnými spoji, která je stejně jako u dřívějších TRP-1 a TRP-2 již tradičně navržena do pouzdra někdejší občanské radiostanice VKP-050.

### Změřené technické parametry:

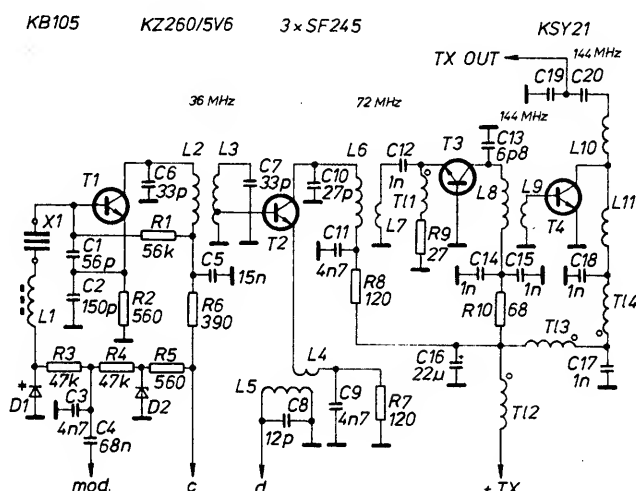
Vf výkon vysílací části	140 mW
Maximální modulační zdvih	5 kHz
Zdvih volacího tónu 1750 Hz	4 kHz
Citlivost přijímače	0,8 $\mu$ V/10 dB s/s + š
Citlivost při nasazení umlčovače šumu	1,2 $\mu$ V
Nf výkon přijímače	200 mW
Napájení	9 V, tj. 6 článků R6
Odběr při vysílání	75 mA
Odběr při příjmu	max. 50 mA
Odběr při pohotovostním příjmu	12 mA

Schéma vysílací části je na obr. 1, přijímací části na obr. 2. To celé se vejde na desku formátu 65  $\times$  90 mm na obr. 3.

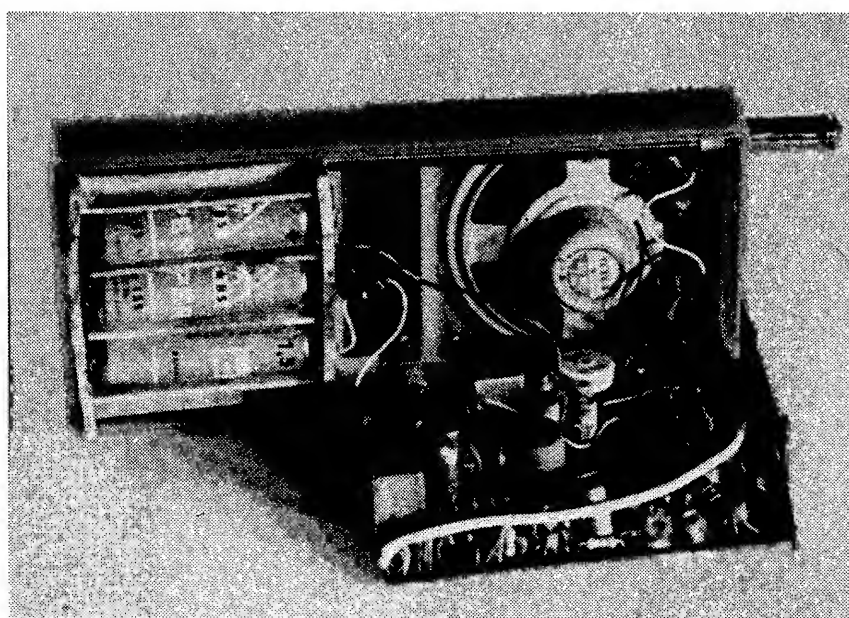
### Problém zvaný cívka

Jak jsem upozorňoval již někdy před 15 lety, „problém cívka“ přetrvá zřejmě rok 2000. Bez laděných obvodů a cívek se totiž neobejde žádné radiotechnické zařízení ani v příštím tisíciletí. Zvolili jsme proto zásadu: nejlepší cívková kostička je žádná kostička-

ka, a proto jsou cívky z valné většiny vinuty samonosně na vrátky vhodných průměrů. Tato prastará metoda výroby samonosných cívek prožívá dnes svou renezanci ve spojení s unipolárními aktivními součástkami s velkou impedancí. Je velmi výhodná pro relativně úzká amatérská pásma, kde ladění obvodů v souběhu prakticky vymizelo. Rozměrově malé cívky mají i menší rozptylové pole, díky tomu ani jejich jakost (pokud je v daném obvodu nezbytná) není o mnoho horší než u cívek s feromagnetickými jádry. Ten, kdo o tom pochybuje, má možnost si toto tvrzení vyzkoušet prakticky právě v předkládané konstrukci. Dolaďování stlačování a roztahování závitů je snadné, při navíjení cívek se ovšem nesmíme splést ani o jeden závit, stejně tak je vhodné předem změřit kapacity předepsaných rezonan-



Obr. 1. Vysílací část



Pohled na rozložený transceiver TRP-4



Obr. 2. Přijímací část

čních kondenzátorů. Výjimkou z pravidla v radiostanici TRP-4 je použití mf transformátorů z inkurantních zařízení řady VX. Za toto řešení se již čtenářům neomlouváme, protože vyřazených radiostanic by měl být v současné době v radioamatérských kruzích dostatek.

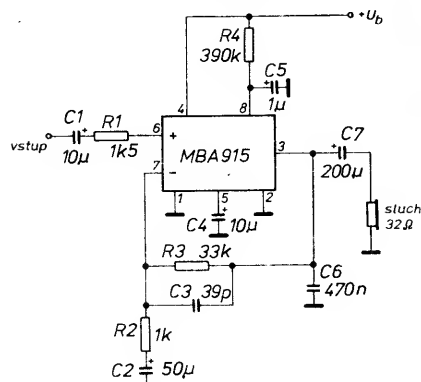
## Konstrukční řešení

Jak již bylo řečeno v úvodu, základ celé radiostanice tvoří integrované obvody naší výroby, a to nízkofrekvenční zesilovač MBA915 a mezifrekvenční obvod MCA770A. Již při letmém pohledu do katalogu nás upoutá skutečnost, že první z nich při nasazeném umlčovači vykazuje klidový odběr 0,4 mA, běžný odběr MCA770A je pak 0,6 mA. Přitom z hlediska soustředěného zesílení jde o součástky klíčové. Nejobtížnější fází celé konstrukce bylo „naučit“ nf obvod MBA915, aby plnil všechny nf funkce, tj. pracoval jako nf zesilovač do reproduktoru, dále aby plnil funkci modulačního zesilovače, generátoru 1750 Hz a posléze byl spolehlivě spínán umlčovačem šumu. Proto popis začneme netradičně od nf části.

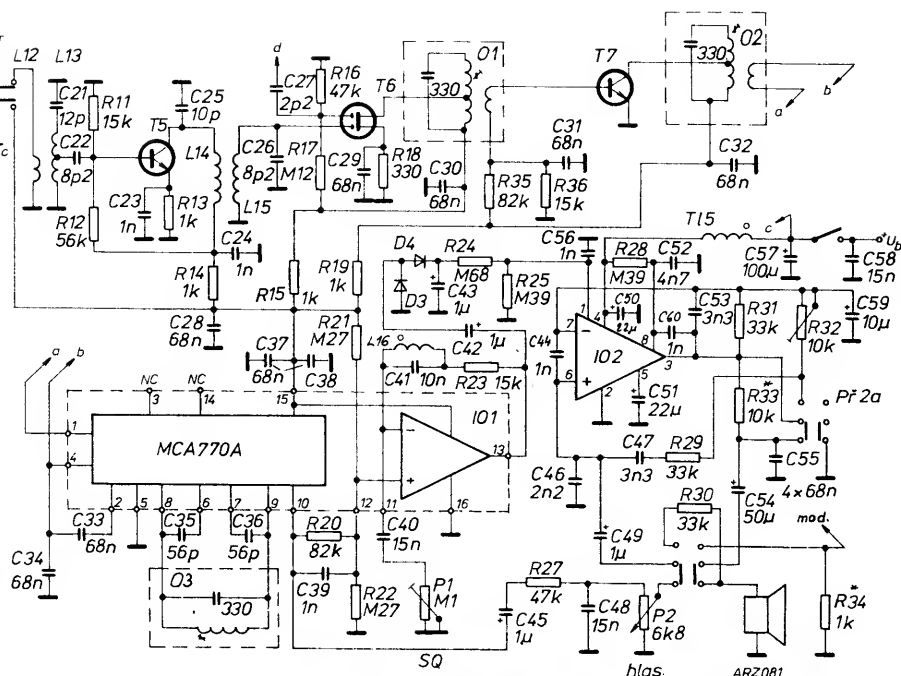
## Nízkofrekvenční část

Integrovaný obvod MBA915 (TBA915) je výkonový operační zesilovač s velkým ziskem, jehož hlavní předností jsou malé rozměry (pouzdro DIL-8), malá klidová proudová spotřeba a – jak bylo ověřeno – nepatrný vlastní šum a přechodové zkreslení signálu. Z velkého zisku ale vyplývají nepříjemné důsledky pro stabilitu, kterou je nutno zajišťovat poměrně značným počtem vnějších součástek, což je v protikladu s požadavkem miniaturizace. Vnější členy je tedy třeba omezit na nejmenší nutnou míru a zapojení minimalizovat. Běžnou komerční aplikací je zapojení na obr. 4, použité ve sluchátkových přehrávačích.

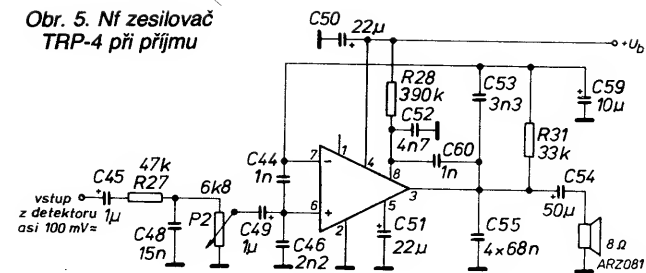
Na tomto základním zapojení bylo ověřeno, že integrovaný obvod má snahu chovat se tvrdošíjně hifi, tzn. že zachovává rovnou kmitočtovou charakteristiku nejen v akustické oblasti do 20 kHz, aniž by příliš reagoval na zvětšování zpětnovazební kapacity (C3), ale je schopen zesilovat i kmitočty řádu stovek kHz. Pro omezení vyšších kmitočtů,



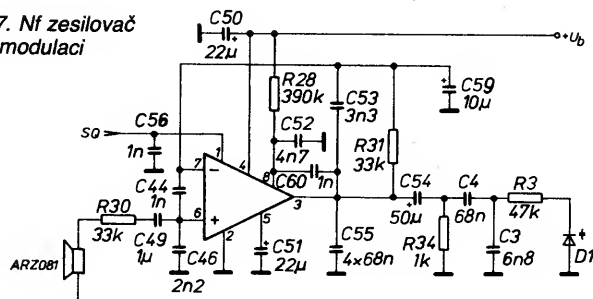
Obr. 4. Aplikace MBA915 v přehrávači



Obr. 5. Nf zesilovač TRP-4 při příjmu



Obr. 7. Nf zesilovač při modulaci



ale především pro stabilitu, má dominantní význam blokovací kondenzátor C6 na výstupu zesilovače. Při jeho odpojení se obvod spolehlivě rozkmitá relaxačními kmity v oblasti kolem 100 kHz, podstatně vzroste proudový odběr a obvod silně hřeje. Výstup je tedy nutno vždy blokovat „natvrdo“ nebo Boucherotovým členem. Další zvětšování kmitočtové závislé záporné zpětné vazby kondenzátorem C3 je možné též pouze do určitých mezí, při nichž se projeví nestabilita způsobená fázovým posunem signálu. Získané poznatky vedly k následujícím aplikacím v radiostanici TRP-4.

city výstupního kondenzátoru C54, jsme však omezeni prostorem a použitý typ TE 981 je nutno brát jako jeden z mnoha kompromisů. Při praktickém provozu je však srozumitelnost velmi dobrá a absence nízkých kmitočtů není na závadu, spíše naopak. Od použitého reproduktoru ARZ081 nelze stejně očekávat zázraky. A ještě poznámka: nikde není psáno (v katalogu ano – pozn. red.), že MBA915 musí pracovat výlučně do zatěžovací impedance 20 Ω (32 Ω), jak je uvedeno v katalogu. Při napájecím napětí 9 V se ještě nic hrozného neděje, a proto lze použít i malou zatěžovací impedance 8 Ω.

rakteristiky přijímací, pouze nízké kmitočty nejsou natolik potlačeny. Preemfáze kmitočtů v oblasti 2 až 3 kHz je téměř v požadavcích normy, méně účinné je potlačení kmitočtů nad 3 kHz. Jde opět o kompromis, pro účinnou dolní propust se zlomovým kmitočtem 3 kHz nezbyvá místo. Z těchto důvodů má alespoň blokovací kndenzátor C3 poměrně značnou kapacitu 6,8 nF, takže vyšší kmitočty akustického pásma jsou dále potlačeny ještě před kapacitní diodou.

Při aplikaci obvodu MBA915 ve funkci modulačního zesilovače nejsou potíže do té doby, dokud nezapojíme a nevybudíme koncový stupeň vysílací části a anténu. Jde o známý problém jednodeskových stěsnaných konstrukcí, tzn. o nežádoucí vazby. Proto jsou v podstatě všechny vývody MBA915 krátce blokovány proti pronikání v signálu.

Důležité je blokování vývodu 1 kondenzátorem C56. Vývod 1 slouží ke spínání umlčovače šumu, je však snadno ovládn též v signálem. Konstrukter se pak diví, že dosud bezvadně fungující a proměřený modulační zesilovač ztratil zesílení. Stejně tak jsou blokovány oba vstupy i výstup.

Ještě více než vazba v signálem se projevuje vazba přes napájecí zdroj, podporující náchylnost obvodu k samovolnému rozkmitání. V konstrukci nezbyvá místo na elektrolytické kondenzátory větších kapacit, přesto by kondenzátor C50, blokující napájení obvodu, měl mít co největší kapacitu při přijatelných rozměrech. Jak již bylo uvedeno, ke stabilitě přispívá též kondenzátor C60.

## Nf zesilovač při příjmu

Zapojení je na obr. 5 nakresleno bez přepínačů, aby bylo možno snáze sledovat funkci. Na výstupu detektoru mezifrekvenčního zesilovače je nízkofrekvenční signál 100 mV, na vstupu integrovaného obvodu MBA915 postačí pro jeho plné vybudzení (při měřicím kmitočtu 1 kHz) napětí 10 mV. Rezistor R27 a potenciometr P2 proto tvoří dělič napětí, zároveň jsou součástí kmitočtové výhybky pro umlčovač šumu. Vysoké kmitočty v spektru jsou blokovány kondenzátorem C48 (deemfáze), částečně i kondenzátorem C46. Kondenzátor C46 má ještě další funkce – při vysílání blokuje neinverující vstup IO proti vř napětí a při generování volacího tónu je částí Wienova členu. Při práci na dalších exemplářích TRP-4 se přišlo ještě na další možnost zavedení stabilizující záporné zpětné vazby, která nejen že omezuje sklon MBA915 ke středofrekvenčním oscilacím, ale částečně též dále upravuje nf charakteristiku (viz obr. 6, křivka b). Jde o kapacitní dělič C60/C52.

Nízké kmitočty v oblasti 300 až 500 Hz by bylo vhodné více zdůraznit zvětšením kapa-

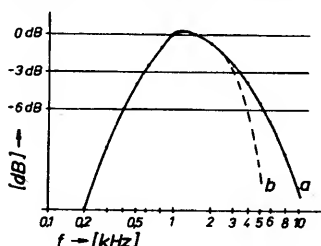
## Nf zesilovač při modulaci

Přepnutím přepínače RX/TX se zapojení změní na modulační zesilovač podle obr. 7. Reprodukter ve funkci mikrofonu poskytuje střední nf napětí asi 2 mV, ve špičkách pak přibližně 6 mV. Zisk nf zesilovače MBA915 při kmitočtu 1 kHz je zhruba 60 dB. Je nutno ovšem započítat vliv sériového rezistoru R30, který je podobně jako kondenzátor C46 částí Wienova členu při generování volacího tónu 1750 Hz. Sériový rezistor R30 spolu se vstupní impedancí IO MBA915 působí jako dělič napětí s útlumem 30 dB, takže můžeme počítat se zesílením pouze 30 dB. Výpočet i měřením docházíme k hodnotě výstupního vrcholového napětí asi 1,2 V na výstupní impedanci 1 kΩ – tomu pak musí odpovídat maximální výsledný modulační zdvih, tj. 5 kHz. Rozkmit napětí na výstupu nf zesilovače ±1,2 V se ani zdaleka nepřibližuje k hranicím daným napájecím napětím (±4,5 V), modulační špičky tedy nejsou limitovány. To je z dnešního pohledu určitý nedostatek, protože hovorový kanál není energeticky plně využit [1, str. 27]. Pro další součástky, které by si toto řešení vyžádalo, však už skutečně nezbyvá místo. Spokojme se konstatováním, že pro ucho posluchače, odchovaného poslechem hifi, je subjektivní dojem příznivý, modulace je věrná a dostatečně srozumitelná.

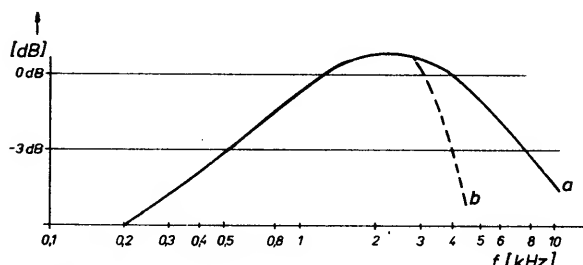
Kmitočtová charakteristika modulačního zesilovače na obr. 8 se příliš neliší od cha-

## Nf zesilovač jako generátor volacího tónu 1750 Hz

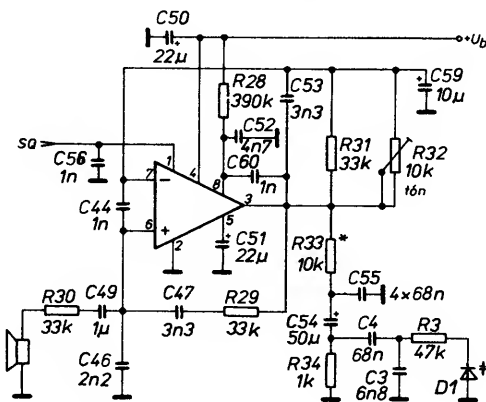
Stisknutím volacího tlačítka se modulační zesilovač změní na „něco jako“ Wienův oscilátor. Zapojení je na obr. 9, smysl výrazu „něco jako“ bude vysvětlen dále. Od výstupu zesilovače se odpojí blokovací kondenzátor C55, do obvodu kladné zpětné vazby (neinverující vstup) se připojí Wienův člen z rezistorů R29, R30 a kondenzátorů C46, C47. Zisk zesilovače se sníží paralelním



Obr. 6. Kmitočtová charakteristika nf zesilovače při příjmu



Obr. 8. Modulační kmitočtová charakteristika



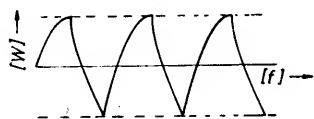
Obr. 9. Generování volacího tónu 1750 Hz



připojením proměnného rezistoru R32 a celý zesilovač přejde do oscilačního režimu.

U oscilátorů RC s operačními zesilovači a Wienovým členem se předpokládá zmenšení zesílení na hodnotu  $A_u = 3$  až 5, aby byl generován sinusový průběh nf signálu. Při ověřování funkce bylo zjištěno (a též to plně odpovídá teorii), že kmitočet oscilací je závislý na napájecím napětí. Tato závislost se podstatně snižuje, volíme-li poněkud větší zesílení operačního zesilovače, kdy se původní sinusový signál spíše blíží pilovitému průběhu podle obr. 10. Takto upravené zapojení vykazuje změnu kmitočtu pouze o 70 Hz při poklesu napájecího napětí z 9,5 na 7 V, což je pro startování převaděčů ještě přijatelné.

Kmitočet 1750 Hz lze poměrně jemně nastavit potenciometrickým trimrem R32. Kondenzátory Wienova členu C46 a C47, jakož i kondenzátor C53 musí být výhradně fóliové – např. předepsaný typ TC 235 ještě vyhovuje velikosti. Důvodem je nezbytná teplotní stabilita, s keramickými blokovacími kondenzátory nelze v žádném případě teplotní stabilitu zajistit a nesmí nás svést jejich menší rozměry. Z téhož důvodu nelze použít větší kapacitu kondenzátoru C44 (doporuče-



Obr. 10. Průběh volacího signálu 1750 Hz

no 330 nF), která by jinak spolehlivě zvětšila odolnost proti rozkmitání. Teplotní závislost rezistorů se projevuje v nepatrné míře, byly odzkoušeny i uhlíkové typy TR 212. Kmitočet volacího tónu lze nastavit i porovnáním podle sluchu, protože tón je, byť velice slabě, slyšet i v reproduktoru. Teplotní závislost elektrolytických kondenzátorů se v takto pojatém zapojení neprojevuje. Pro správnou funkci volacího oscilátoru je ale důležité nastavení zdvihu volacího tónu 1750 Hz; to je závažnější než dodržení sinusového průběhu. Zdvih se nenastavuje na maximum  $F = 5$  kHz, ale na  $F = 3$  kHz změnou odporu rezistoru R33. Velice dobře si při nastavování můžeme osvojit metodu kontroly zdvihu podle Besselových nul, popsanou v [2, str. 282]. Při příliš velkém zdvihu volacího tónu bude i spektrum vysílaného kmitočtové modulovaného signálu natolik široké, že převaděč vzhledem k vzniklému extrémnímu zkreslení signálu 1750 Hz v přijímači nebude na volání vůbec reagovat, navíc zjevně porušujeme předpis o maximální šířce vysílaného pásma.

Problematickou volacího tónu jsme v této části probrali důkladněji, protože pokud je nám známo, nekylá ji dosud v žádné publikaci věnována odpovídající pozornost.

## Mezifrekvenční zesilovač

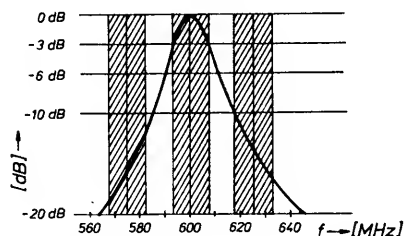
Základním stavebním kamenem mf zesilovače je integrovaný obvod MCA770A (TCA770). Protože předpokládáme, že naše konstrukce přispěje k jeho většímu využívání v praxi, je na místě uvést o tomto obvodu některé informace.

Především nás zaujme nepatrný odběr proudu, tj. 0,6 mA při zesílení omezovacího zesilovače téměř 70 dB. Přestože katalog uvádí použití obvodu do kmitočtu 500 kHz, je zesílení stejné zhruba do kmitočtu 1 MHz, teprve od 1,2 MHz začíná rychle klesat. V každém případě obvod pracuje stejně dobře na 600 kHz jako na 465 kHz.

Součástí obvodu je operační zesilovač, použitelný jako nf předzesilovač. V předložené konstrukci je využíván jako zesilovač šumového signálu pro umlčovač šumu, jehož funkce bude probírána později. Protože zesílení 70 dB pro mf zesilovač by bylo nedostatečné, je zařazen předzesilovací stupeň T7 se ziskem asi 20 dB. To, že tranzistor T7 nemá v emitoru zapojen obvyklý rezistor a kondenzátor, má důvod velice prostý – není místo a na zisku to nic nepřinese. Dalších asi 10 dB konverzního zisku můžeme počítat na směšovač s KF907. Mf zesilovač má tedy na kmitočtu 600 kHz zisk 90 až 100 dB, což je pro konstrukci s jedním směšováním asi tak hranice stability.

Selektivní obvody v mf zesilovači jsou navrženy s ohledem na maximální jednoduchost tak, aby selektivita ještě odpovídala požadavkům na lokální charakter provozu přes daný místní převaděč. Zde je na místě zdůraznit, že konstrukce TRP-4 je určena pro provoz „z údolí na kopec“, nikoli naopak. Při provozu z výše položených kót se nutně projeví menší selektivita vůči sousedním kanálům – opět otázka položené laťky. Křivka selektivity mf zesilovače před omezením v IO1 je na obr. 8 a vypovídá mnohé o vlastnostech přijímací části radiostanice. Pro názornost jsou zakresleny i sousední kanály. Přesto, že první dojem nutně působí pesimisticky, připomeňme si tzv. „pravidlo tří decibelů“, publikované v [2]. Zní: „V případě kmitočtové modulace je vzájemný vliv užitečného a rušivého signálu v rozmezí 0 až 3 dB, nastává interferenční rušení. V rozmezí 3 až 6 dB se rušivý signál projevuje šumem, při rozdílu větším než 6 dB je rušivý signál hlavním signálem maskován, amatérsky řečeno „vygumován“. To je po technické stránce jedna z hlavních výhod kmitočtové modulace, která se ovšem někdy, zvláště při nedodržení zásad radioamatérské etiky neboli hamspirit, mění v nevýhodu.

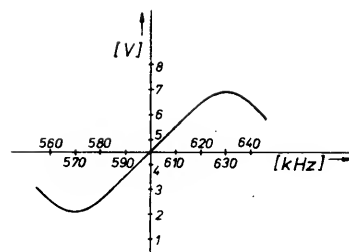
Nás však nyní zajímá vliv sousedních kanálů. Z obr. 11 je patrné, že střední kmito-



Obr. 11. Křivka selektivity mf zesilovače

ty sousedících kanálů jsou potlačeny zhruba o 12 dB, a 12 dB znamená 16krát větší výkon signálu na vstupu přijímače. Rozložení kanálů v naší převaděčové síti je však takové, že lokalit, ve kterých je možný příjem sousedících kanálů ve srovnatelné úrovni signálu, je velice málo. Jde tedy o to, uvědomit si hranice možností zde předkládaného zařízení a nechtít zbytečně.

Demodulační charakteristika na obr. 12 byla měřena při plně omezujícím mf zesilovači, a to při výkonové úrovni vstupního signálu -60 dBm. S uvedeným fázovacím obvodem (nepřevínutá cívka z VXN) poněkud přesahuje šířku kanálu, ve středu kanálu je však dostatečně lineární, taktéž detekované napětí je relativně velké, což svědčí o demodulační účinnosti odpovídající běžným typům fázových detektorů na kmitočtu 465 kHz. Podmínkou je ovšem dodržení velké zatěžovací impedance; s malou zatěžovací impedancí detektor pracovat nebude. Tomu je konstrukce navazujících obvodů (nf zesilovač, zesilovač šumu) přizpůsobena.



Obr. 12. Demodulační charakteristika

Pro úplnost ještě informace, reagující na požadavek výrobce, který u IO MCA770A předepisuje na místa blokovacích kondenzátorů ve vstupu omezovacího zesilovače (C33, C34) kondenzátory s velmi kvalitním dielektrikem. Protože takové kondenzátory s dostatečně malými rozměry nebyly k dispozici, byly vyzkoušeny běžné typy TK 782. Ve srovnání s typy MKT (MHT) se ve funkci omezovacího zesilovače neprojevil v praxi žádný rozdíl, přesto však je vhodné u typů TK 782 zkontrolovat alespoň stejnosměrný svodový odpor.

## Vstupní část přijímače

Směšovač je osazen tetrodou MOS typu KF907, byly ověřeny i KF910 a KF982. Není to ani tak z důvodů intermodulační odolnosti, ale spíše z ohledu na pohodlné, možno říci ladné konstrukční uspořádání na desce s plošnými spoji. Z jedné strany vstupní signál, z druhé strany injekce z oscilátoru, z třetí strany výstup mf signálu. Při nastavování mf zesilovače musí být g1 již připojena na zem prostřednictvím cívky L15, jinak hrají všechny středovlnné stanice a mf zesilovač kmitá! Předpětí asi 4 V pro g2 je dáno děličem R16/R17, na vývodu g2 je navlečena malá antiparazitní feritová perlička. Tranzistor je na desce s plošnými spoji umístěn „nohama vzhůru“, barevným proužkem směrem ke spojové desce – toto nepřehlédnout!

Cívky L14 a L15 tvoří nezbytný pásmový filtr. Přes nepatrné rozměry má filtr velkou provozní jakost vzhledem k velké zatěžovací impedanci KF907, šířka pásma B6 je pouze 4 MHz! Nejlépe to poznáme při nastavování cívek v praxi.

Předzesilovací stupeň, osazený tranzistorem SF245, má nastaven proud 1 mA, zisk je zhruba 20 dB. Antenní vazební cívka L12 je navinuta na studeném zemním konci L13 sice těsně, ale zase ne tak, aby s ní nebylo možno mírně pohybovat a tím optimalizovat přizpůsobení vstupního obvodu k anténě. Její provedení bude záviset též na tom, rozhodneme-li se pro pevně vestavěnou prutovou anténu s bočníkovým přizpůsobením nebo pro antenní konektor 75 či 50 Ω. Vestavěné prutové antény vyhovují 2 vazební závit, pro impedanci 75 Ω stačí 1 závit.

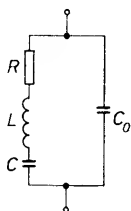
## Vysílací část

Vysílací část zařízení TRP-4 je převzata z předchozích osvědčených zapojení TRP-1 až TRP-3, které byly popsány v [3]. Protože však za uplynulá léta došlo mezi amatérskou veřejností k jistému generačnímu posunu, bude namísto naší radioamatérské mládeže některé věci alespoň stručně vysvětlit. Vřele doporučujeme pročíst si knížky, uvedené v seznamu literatury.

Nejdříve několik poznatků o tom, jak se kmitočtové modulují, případně „tahají“ krystaly. Správný název je sice PKJ, čili „piezoelektrické křemenné jednotky“, ale málo plat-

né, zvyk je železná košile a termín „krystal“ zní radioamatérskému sluchu neskonale liběji, navíc je krátký a každý ví, o co jde.

Krystal je tenká kruhová destička vybraná z křemene, s vakuově napařenými stříbrnými elektrodami, umístěná v ochranném krytu (držáku). Náhradní elektrické zapojení tohoto prvku je na obr. 13. Na první



Obr. 13. Náhradní zapojení krystalu

pohled je zřejmé, že krystal je zároveň sériovým i paralelním laděným obvodem. Jako sériový obvod pracují prvky  $L$  a  $C$ , které jsou elektrickým ekvivalentem mechanického kmitání a jsou tedy vlastně „schovány“ uvnitř výbrusu. Takzvaný „poměr  $L:C$ “ dosahuje extrémních hodnot a je jakýmkoli klasickými součástkami nenapodobitelný. Pro ilustraci: u běžných krystalů se náhradní indukčnost udává v jednotkách až desítkách H, tzv. dynamická kapacita  $C$  v desetínách či setinách pF. Ztráty (mechanické i elektrické) jsou souhrnně charakterizovány ztrátovým odporem  $R$ , který dosahuje maximálně několika desítek  $\Omega$ . Dosadíme-li tyto řádové hodnoty do výrazu pro činitel jakosti  $Q = \omega L/R$ , dosáhneme výsledku téměř astronomického.

Paralelní, statická kapacita  $C_0$  je naopak na krystalu viditelná, jde o kapacitu obou elektrodových plošek vůči sobě, se započítáním dielektrické konstanty křemene.

Považujeme-li krystal za sériový laděný obvod, bude rezonovat na kmitočtu

$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

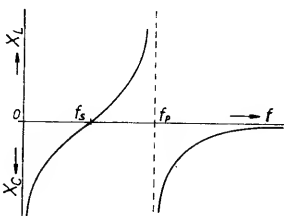
a hovoříme o sériové rezonanci  $f_s$ .

Při paralelní rezonanci se uplatní vliv kapacity elektrod  $C_0$ , která je potom zapojena v sérii s kapacitou  $C$ .

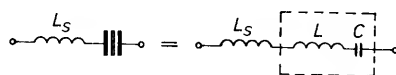
$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \frac{C \cdot C_0}{C + C_0}}}$$

Z existence obou typů rezonancí vyplývá průběh reaktance celého náhradního obvodu, znázorněný na obr. 14. Paralelní rezonance je vždy kmitočtově vyšší než sériová.

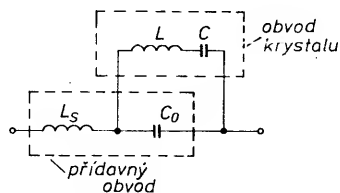
Vlastní vnitřní reaktance krystalu můžeme částečně ovlivňovat připojením vnějších reaktančních prvků (cívky, kondenzátory) a tím v jistých mezích měnit kmitočet jak paralelní, tak sériové rezonance. Větších změn kmitočtu lze dosáhnout především v oblasti těsně pod  $f_s$  přímým připojením



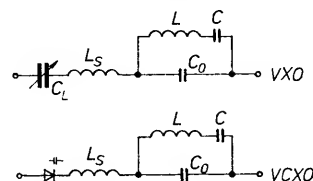
Obr. 14. Průběh reaktance na náhradním obvodu krystalu



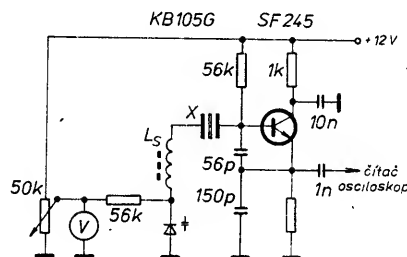
Obr. 15. Sériová (fázovací) cívka



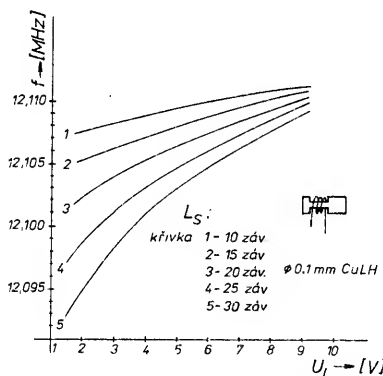
Obr. 16. Složený obvod pro změnu sériové rezonance



Obr. 17. Změna sériové rezonance kondenzátorem (VXO) nebo kapacitní diodou (VCXO)



Obr. 18. Zkušební zapojení VCXO



Obr. 19. Závislost kmitočtu VCXO na řídicím napětí

sériové cívky podle obr. 15. Nepůsobí zde však již pouze indukčnost, ale v podstatě další sériový obvod, složený z  $L_s$  a kapacity elektrod  $C_0$ , který laděn k nižším kmitočtům nutí i těsně vázaný krystalový výbrus pracovat na nižších kmitočtech (obr. 16). Tento jev je v amatérské praxi označován jako „tahání“ kmitočtu krystalu. Je zřejmé, že stupeň vazby na křemenný výbrus bude tím větší, čím větší bude plocha elektrod, případně čím tenčí bude výbrus a tím i vzdálenost mezi elektrodami. Pro tato zapojení se vyrábějí speciální „tahací“ krystaly u řady výrobců včetně TESLA Hradec Králové.

Principu tahání kmitočtu krystalu využíváme zejména v oscilátorech typu VCXO (angl.

voltage controlled crystal oscillator) čili napětím řízený krystalový oscilátor. Vnější přídavný sériový laděný obvod můžeme totiž přeladovat nejen změnou indukčnosti, což je většinou nepraktické, ale též dalším sériovým ladícím kondenzátorem nebo kapacitní diodou (obr. 17). Zapojení s kapacitní diodou je vhodné zejména pro generování kmitočtově modulovaného signálu. Zapojíme-li krystal s příslušnými reaktančními prvky do obvodu např. Clappova oscilátoru podle obr. 18, můžeme si na tomto zapojení osvětlit některá důležitá fakta. Začátečnickům doporučujeme navíc toto zapojení realizovat „na prkénku“ dříve, než se do stavby TRP-4 vůbec pustí. Účelem experimentálního zapojení je ověřit si vliv velikosti indukčnosti sériové cívky  $L_s$  na rozladění krystalu. Ne všechny typy krystalů jsou totiž stejně ochotné k „tahání“, i když jejich násobek spadá do požadované oblasti pásma 145 MHz. Např. krystaly 27 MHz pro občanské pásmo jsou ve skutečnosti výbrusy 9 MHz pracující na 3. harmonické základního kmitočtu a můžeme je při koeficientu násobení 4 vynásobit na 36 MHz. Sudé násobky kmitočtu krystalů se však oproti lichým vyznačují menší účinností, takže je nutné vzhledem k nižší amplitudě zařadit ještě jeden zesilovací stupeň. Stejně tak vzhledem k malé ploše elektrod jsou tyto krystaly méně ochotné k tahání a tím i k modulaci. Přesto jsou využitelné, ale zřejmě blízko hranice svých možností. Krystaly v okolí 48 MHz, svého času dosažitelné ve výprodeji a mezi amatérskou obcí rozšířené, se neosvědčily vůbec vzhledem k nemožnosti justování kmitočtu (vakuově napařené hliníkové elektrody, na které není možno působit ani chemicky ani mechanicky bez jejich poškození). Na tyto skutečnosti upozorňujeme předem, abychom méně zkušeným zájemcům ušetřili zbytečnou námahu.

Pro použití v TRP-4 se ukázaly být nejvhodnější harmonické krystaly 36 MHz z inkurantní radiostanice „Racek“ (3. harmonická, základní kmitočet 12 MHz). Mají statickou kapacitu  $C_0 = 7,5$  pF, navíc nevyžadují příliš velkou změnu kmitočtu jódováním při nastavení na požadovaný kanál. Vyneseme-li ladící křivku (obr. 19) pro různý počet závitů cívky  $L_s$ , zjistíme především, že při zvětšující se indukčnosti  $L_s$  se zvětšuje i strmota ladící křivky, tedy krystal je více „tažen“. Cívka  $L_s$  byla na základě dlouholeté zkušenosti realizována vždy na středním trámku („čince“ z mří transformátorů, feritová hmota N1, bílá barva), a to lakovaným vodičem průměru 0,1 mm s hedvábným opředěním. Z experimentálního měření můžeme učinit tyto závěry:

Se zvětšující se indukčností  $L_s$  je ke stejné změně kmitočtu potřebná menší změna napětí (čili pro dosažení požadovaného kmitočtového zdvihu je potřebné menší nf modulační napětí). Volbou indukčnosti  $L_s$  lze tedy účinně ovlivňovat kmitočtový zdvih.

Dále je zřejmé, že závislost kmitočtu na řídicím napětí není lineární. Tuto nelinearitu je sice možno kompenzovat přidáním další reaktance – paralelní cívky ke krystalu, v zařízení TRP-4 však pro další součástky nezbyvá místo. Praktický provoz ukazuje, že mírně nesymetrický zdvih není na závadu srozumitelnosti, proto volba padla na toto nejjednodušší řešení. Nesymetrii lze částečně kompenzovat tím, že klidové předpětí varikapu volíme okolo 6 V, kde je ladící křivka pro použitý typ KB105G ještě téměř lineární, přesto však již dostatečně strmá.

Dále je vhodné uvážit, jak se bude dané zapojení chovat při dalším zvětšování indukčnosti  $L_s$ . Tyto skutečnosti nebyly v citovaných publikacích popsány, činíme tak proto nyní, aby se konstruktéři z řad začátečníků nedali odradit případnými poťizemi. Navíc jde o závěry obecné, platné i pro jiné krystaly než zde použité 36 MHz.

Dalším zvětšováním indukčnosti se zhoršuje teplotní stabilita kmitočtu – vzrůstá vliv teplotního součinitele indukčnosti  $L_s$ . Při zvětšování indukčnosti nad určitou mez (je to v tomto případě 30 až 35 závitů) dojdeme k situaci, kdy při přeladování směrem k nižším kmitočtům krystal přestane být „tažen“, lidově řečeno „utrhně se“ a oscilátor začne kmitat na nižším kmitočtu jako prostý oscilátor LC, samozřejmě s odpovídající nižší stabilitou. Potom je nutné se ladicím napětím vrátit zpět k vyšším kmitočtům, krystal znovu zachytí a „táhnout“.

Pro praxi je důležitý případ, kdy volba kritické velikosti indukčnosti padne přímo na pracovní bod, určený klidovým předpětím varikapu. Potom dojde k utržívání kmitočtu již pouze ní modulacím napětím a vzniká silné zkreslení modulace, připomínající stav, kdy stanice je naladěna mimo kanál převaděče. Přitom při kontrole měřicím kmitočtu bez modulace dojdeme k závěru, že kmitočet „sedí“. Tento případ se nám skutečně stal při realizaci jednoho exempláře, kdy měla cívka  $L_s$  30 závitů a vše bylo v pořádku do té doby, dokud jsme v dobré víře nezařizovali vinutí lakem. Tím se, byť nepatrně, zvětšila parazitní kapacita a krystal se – jak jsme popsali výše – „utrhl“. Navíc jsme zjistili, že kmitočet občas přeskakuje o 35 kHz níže a i zde je stabilní, bezpochyby šlo o parazitní rezonanci krystalu. Laborování nás stálo zbytečně dva zničené krystaly, proto na tyto skutečnosti upozorňujeme.

V případě, kdy se indukčnost  $L_s$  začne přibližovat ke kritické mezi, můžeme zjistit i další zajímavá fakta. Předně se, byť jde o harmonický krystal, začíná zmenšovat obsah 3. harmonické ve výsledném signálu a následující násobící stupeň je stále méně buzen. Sinusový průběh na základním kmitočtu se ovšem „čistí“ a blíží ideálnímu. To je tedy jeden z důvodů spektrální čistoty oscilátorů VXO u některých zařízeních (ICOM, Kentaur, R2-CW).

Dalším zvětšováním indukčnosti  $L_s$  se již začne zmenšovat i amplituda kmitů na základním kmitočtu, až dojdeme ke kritické hranici, kdy začíná „utržívání“ krystalem řízených kmitů. Tato hranice je úzká, mnohdy stačí změna o jediný závit. Umyslně proto nehovoříme o přesné hodnotě indukčnosti, ale o závitech, protože lze předpokládat, že při nastavování zdvihu u TRP-4 bude nutné s cívkou  $L_s$  laborovat a z toho důvodu je umístěna na desce shora na straně spojů.

Při pokusech s oscilátorem TRP-4 byla ověřována i závislost středního kmitočtu VCXO na poklesu napájecího napětí. Bylo zjištěno, že nastavením pracovního bodu oscilátoru lze najít optimum, kdy se kmitočet téměř nemění, byť předpětí pro varikap je určeno pouze prostou Zenerovou diodou.

Výše uvedené poznatky uplatníme především tehdy, pokusíme-li se o aplikaci jiných typů krystalů a jinou koncepci násobení kmitočtu (např. krystaly L2500 z radiostanice RO21, tj. 14,505 MHz nebo 27 MHz, tedy vlastně 9 MHz pro CB). Po tomto úvodu, určeném začátečníkům, se vraťme k vlastnímu popisu vysílací části.

## Oscilátor VCXO

Oscilátor je osazen tranzistorem T1 typu SF245, který pracuje „vždy a za všech okolností“. Stejným typem je ostatně osazeno téměř celé zařízení (trochu to připomíná někdejší elektronku RV12P2000). Dnes již je tento typ méně dostupný, protože byl vyráběn v bývalé NDR, existují však možné náhrady, u nás např. BF254 a řada dalších zahraničních vř typů s obdobnými parametry. Preferujeme typy v plastovém pouzdru s ohledem na možné zkratky při stěsnané montáži.

Oscilátor je v Clappově zapojení, krystal je „tažen“ indukčností cívky L1 pod sériovou rezonanci. Vychází počet závitů L1 je 25 na již zmíněné „čince“. Stejnoseměrné předpětí varikapu určuje Zenerova dioda 5,6 V. V kolektoru tranzistoru T1 je zařazena účinná, odtlučená pásmová propust 36 MHz, která má dominantní význam pro potlačení nežádoucích kmitočtů. Cívky je nutno navinout přesně podle předpisu, kondenzátory C6 a C7 předem raději změřit, nastavování propusti roztahováním závitů cívek je kritické.

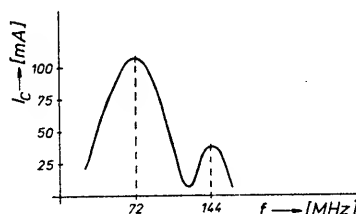
## Zdvojovač 36 MHz/72 MHz

Z pásmové propusti 36 MHz je přes odbočku cívky L3 galvanicky připojena báze tranzistoru T2, který má v zásadě dvě funkce. V režimu příjmu, kdy je od jeho kolektoru odpojeno napájecí napětí +TX, se uplatní pouze přechod báze-emitor, na kterém je kmitočet 36 MHz násoben 4x, tj. na 144 MHz. Na tento kmitočet je vyladěn obvod L5 C8 a signál – oscilátorová injekce – je přiveden do g2 směšovače přijímače.

Při připojení napětí +TX se T2 mění na aktivní zdvojovač kmitočtu, obvod v jeho kolektoru L6, C10 je laděn na kmitočet 72 MHz. Stupeň pracuje ve třídě C, úhel otevření (obsah 2. harmonické v kolektorovém proudu) je možno optimalizovat změnou emitorového rezistoru R7.

## Zdvojovač 72 MHz/144 MHz

Stupeň je v zapojení se společnou bází, aby bylo možno dosáhnout velké impedance v kolektoru a tím i odtlučení laděného obvodu L8, C13. To je kritické místo celé koncepce, neboť obvod včetně vazby musí být nastaven tak, aby byl koncový stupeň T4 dostatečně buzen při kmitočtu 144 MHz a přitom co nejvíce potlačen kmitočet 72 MHz. Při tomto nastavování je nejhodnější sledovat průběh kolektorového proudu koncového stupně, který by měl zhruba odpovídat obr. 20. Při zasouvání tenké feritové



Obr. 20. Průběh kolektorového proudu PA při ladění výstupního obvodu T3

tyčinky do cívky L8 (ladíme směrem od vyššího k nižšímu kmitočtu) se musí nejdříve objevit maximum asi 35 mA, dále zřetelné minimum asi 5 mA. Dalším zasouváním feritové tyčinky do cívky již obvod přeladujeme na 72 MHz a tomu odpovídá prudký vzrůst proudu na téměř 100 mA. Minimum proudu mezi 144 a 72 MHz a obě maxima musíme proto tímto pokusným způsobem přesně rozeznat a stejně tak nastavit bez feritové pomocné tyčinky stlačováním či roztahováním závitů L8. Ostrého minima (a tím i potlačení pronikajícího kmitočtu 72 MHz) dosáhneme změnou stupně vazby vazební cívky L9, která je navázána volně na samotném studeném konci L8. Těsnější vazbou na střed L8 je kolektorový obvod T3 více tlumen a ztrácí selektivitu. Nastavení je nutno věnovat obzvláštní péči, neboť přesto, že jde o kapesní radiostanici s malým výkonem, nelze zanedbat nežádoucí parazitní emise na kmitočtu 72 MHz. Z téhož důvodu výslovně nedoporučujeme zařízení dále rozšiřovat

o další výkonový stupeň, nebo ho provozovat jinak než s vlastní prutovou anténou. Mějte na paměti, že jde o pouhé „kecátko“ do kapsy, kterým není možné nahradit základní zařízení pro práci od krbu.

Učinili jsme též pokus realizovat vazbu mezi T3 a T4 pásmovou propustí, nevedl však k žádoucímu výsledku. V takovém případě je PA buď buzen málo, nebo se rozkmitá, což je ještě horší. Prostě stále platí, že jakmile začneme čhtít nemožnosti, celá konstrukce ztratí původní eleganci.

## Koncový stupeň

Osazen je typem KSY21, který je odolnější než taktéž ověřený KSY71. Při kolektorovém proudu kolem 30 mA oba typy sice již hřejí, ale ještě nevyžadují nutně chladič – záleží na optimálním odvedení výkonu do antény. Výkonnější typy jako např. KF630D a obdobné raději nepoužívat, při větších odběrech z baterie si celá sestava ráda zakmitá!

## Přizpůsobení prutové antény

V konstrukci použité přizpůsobení prutové antény bočníkem je u kapesních radiostanic méně obvyklé, přesto však plně funkční.

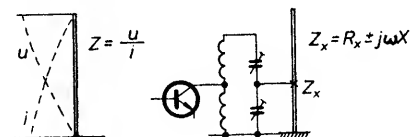
Předpokládáme-li u malé kapesní radiostanice vř výkon asi 100 mW, bude nutno koncový stupeň zatížit odporem  $R_z$  podle vzorce

$$R_z = \frac{U_b^2}{2 \cdot P_o};$$

dosazeno

$$R_z = \frac{9^2}{2 \cdot 0,1} = 400 \Omega.$$

Tuto zatěžovací impedanci je nutno s minimálními ztrátami transformovat na patní impedanci čtvrtvlnné prutové antény, která vzhledem k absenci dokonalé protiváhy může být asi 50 až 60  $\Omega$ . Převod impedancí je tedy řádově 1:10, což se obvykle řeší transformací ve dvou stupních. Pro toto řešení však není v TRP-4 místo.



Obr. 21 Čtvrtvlnná prutová anténa

Na obr. 21 je znázorněna prutová čtvrtvlnná anténa s průběhem proudového obložení. Kmitna napětí u prutové antény je v jejím vrcholu. Impedance podél antény se též mění podle vzorce

$$Z = \frac{u}{i}.$$

Největší je opět ve vrcholu, směrem k patě klesá, až posléze v patním bodě dosahuje např. idealizované teoretické hodnoty 36  $\Omega$ . Na anténě tudíž nutně musíme najít bod, v němž poměr  $u/i$  dosahuje námi požadované hodnoty např. 400  $\Omega$ . V tomto bodě ovšem impedance nemá pouze reálnou složku  $R_x$ , ale též jalovou složku  $j\omega X$  s kladným nebo záporným znaménkem, jedná-li se o induktivní nebo kapacitní charakter. Účelem nastavení přizpůsobovacího obvodu je najít takovou kapacitu obou kondenzá-

žity generátor možnost modulace, byť i amplitudové, obvody lze nastavit podle sluchu (přítom už musí být připojeny i všechny nf obvody). Je ovšem nutné udržovat při ladění výstupní úroveň z generátoru co nejnižší, pod hranici omezení signálu v IO1, což je v případě kmitočtové modulace běžná zásada. Křivku selektivity má zesilovače není nutno snímat, nebude se nikdy příliš lišit od uvedené a pokud všechny obvody „ladí“, tj. reagují na otáčení jádry, nebude velký rozdíl ani v celkovém zisku. Právě při otáčení křehkými jádry oceníme prozíravost, se kterou jsme včas namazali závity těliska olejem.

## Stavba a oživení VCXO

Zapájíme všechny součástky, krystal zatím neotvíráme a jeho kmitočet neupravujeme – to uděláme po nastavení zdvihu a kontrole vysílaného spektra, až bude zařízení dokončeno i po mechanické stránce a deska s plošnými spoji umístěna i s bateriemi ve skřínce. Tehdy oceníme výhodu dutých nýtů použitých ve funkci zdířek – krystal je pak možno zasunout z druhé strany desky a získat tak k němu pohodlný přístup. Na straně spoju je též umístěna sériová cívka L1, protože i u ní bude možná třeba změnit počet závitů. Doporučujeme její vinutí nezalévat voskem nebo lakem, pouze přetáhnout kouskem těsné bužírky. Varikap D1 je též na straně spoju.

Pozornost věnujeme pásmové propusti 36 MHz, kondenzátory 33 pF raději přeměříme a u cívek L2 a L3 nesmíme poplést počet závitů. Odbočka na L3 se vytvoří zkroucením a ocinováním drátu, nikoli pracovním „natapováním“. Půjde pak vlastně o dvě cívky v sérii, jedna bude mít 6 a druhá 19 závitů. Pro nastavení oscilátoru a naladění pásmové propusti je třeba mít zapojen i I. násobič s tranzistorem T2.

Funkci oscilátoru ověříme kontrolou jeho kolektorového proudu, má být asi 5 mA a při vyjmutí krystalu musí poklesnout. Pásmovou propust 36 MHz nastavíme podle kolektorového proudu tranzistoru T2. Propust je velmi selektivní, doladíme stlačováním či roztahováním závitů izolační tyčinkou, případně zjišťujeme smysl doladění zasouváním tenké feritové tyčinky do cívek. Proud tranzistorem T2 najednou „vyletí“, proto pozor na měřidlo. Tranzistor T2 lze vybudit asi na 5 až 7 mA kolektorového proudu. Obvod v emitoru T2, laděný na 144 MHz, zatím nedoladujeme; doladíme jej až při nastavování přijímací části.

## Nastavení I. násobiče

Pro toto nastavení je třeba osadit celý II. násobič, tj. celý stupeň s tranzistorem T3. Při doladění cívky L6 sledujeme kolektorový proud T3, měl by dosáhnout alespoň 5 mA. Ladění je už méně kritické, ladíme nejen stlačováním závitů cívky L6, ale i změnou polohy vazební cívky L7. Účinnost násobiče, závislou na úhlu otevření stupně, můžeme optimalizovat změnou R7, uvedená hodnota 120 Ω se však opakovala ve většině případů.

## Nastavení II. násobiče

Pro toto nastavení je nutné osadit součástky koncového stupně s tranzistorem T4. Místo kondenzátorů C19 a C20 prozatím ze strany spoju připájíme kapacitní trimry (např. 3 až 12 pF) a anténu nahradíme rezistorem 68 Ω. Ladění cívky L8 a L9 bylo již popsáno a je znázorněno na obr. 17. Kolektorový proud koncového stupně může při napájení 9 V být až 50 mA, po doladění výstupního obvodu do zátěže však poklesne

na průměrnou hodnotu 35 mA, což odpovídá příkonu 270 mW.

## Nastavení koncového stupně

Pro závěrečné nastavení koncového stupně je vhodné celou konstrukci dokončit po mechanické stránce a zařízení nastavit ve skřínce přímo do prutové antény. Jak již bylo uvedeno, uplatní se vliv protiváhy. Nastavujeme laděním kapacitních trimrů, v indikátorem sledujeme maximum napětí na vrcholu antény, skříňku držíme v běžné provozní poloze v ruce. Je zřejmé, že tato metoda zcela neodpovídá povolvacím podmínkám, ale vhodnější způsobu prutové antény neexistuje a snad nám to povolvací orgán odpustí. V žádném případě nedoporučujeme takto nastavovat koncový stupeň přímo na kanále místního převáděče; i to je jeden z důvodů, proč kmitočet krystalu nastavujeme definitivně až zcela na závěr. Máme-li vlnoměr, můžeme posoudit, nakolik proniká parazitní kmitočet 72 MHz ve srovnání s kmitočtem 144 MHz. Pečlivé doladění cívek L8 a L9 skutečně potlačí nežádoucí pronikání 72 MHz.

Na závěr změříme nastavenou kapacitu trimrů a co nejpřesněji nahradíme pevnými kondenzátory. Malé difference kompenzujeme doladěním cívek L10 a L11.

## Nastavení zdvihu a kontrola vysílaného spektra

Při této, možná nejzákladnější fázi konstrukce, se neobejdeme bez přijímače nebo transceiveru pro pásmo 145 MHz, vzájemná radioamatérská výpomoc se předpokládá. Je nutné kontrolovat nejen blízké okolí vysílaného signálu, ale i vzdálenější kmitočty, v podstatě celé pásmo.

Nejdříve nastavíme požadovaný maximální zdvih 5 kHz změnou odporu rezistoru R34, případně cívky L1. Při změně počtu závitů L1 nás nesmí zmást posun jmenovitého kmitočtu – zatím nastavujeme pouze zdvih. I když v modulační cestě není zařazen omezovač zdvihu, nemusíme se bát trochu na zdvih „přitlačit“, je to lepší než šeptavé modulace, které občas na převáděcích slyšíme. Kontrolujeme nejdříve přijímačem přepnutým na FM, ale zle kontrolovat i přijímačem přepnutým na AM nebo SSB. Při normálním, klidném mluvení do mikrofónu bez křičení vykáže spektrum kmitočtové modulovaného signálu dvě maxima, vzdálená od sebe 9 kHz, jak bylo odvozeno v [2]. Pro kontrolu zdvihu je vhodný i měřič zdvihu podle [5], ten nás však neinformuje o parazitních emisích, které mohou vzniknout zakmitáváním nf obvodu MBA915. Proto je vždy nutná přímá kontrola odposlechem, kdy si můžeme ověřit i charakter modulace, dále to, zda se VCXO při modulaci „neutrhuje“ apod.

Po nastavení modulačního zdvihu nastavíme ještě zdvih volacího tónu 1750 Hz změnou odporu rezistoru R33. Stačí poslechem, porovnáním s normální modulací, volací tón má mít asi poloviční hlasitost (–6 dB). I zde kontrolujeme spektrum při vysílání volacího tónu, u kterého se jasně projeví výrazná maxima v odstupu po 1750 Hz v šířce asi  $\pm 15$  kHz, jejichž amplituda se mimo uvedené rozmezí rychle zmenšuje. Ostatně volací tón při startování převáděčů používáme vždy pouze krátce a nějaký vliv na sousední kanály je v praxi vyloučen. Nebezpečné je pouze rozkmitání obvodu MBA915, kdy se spektrum může rozšířit i na stovky kHz okolo středního kmitočtu.

Teprve poté otevřeme kryt krystalu a kmitočet podle kontrolního přijímače usadíme na zvolený kanál, je možné využít i čítač. Příslušné metody byly podrobně popsány

v [2], úplným začátečníkům však doporučujeme pomoc od těch zkušenějších, nebo aby jim alespoň předvedli, jak na to. Po změně kmitočtu krystalu znovu zkontrolujeme kvalitu vysílaného signálu (může se po úpravě kmitočtu např. jódováním změnit) a pokusíme se o prvních několik spojení na převáděči, zatím s použitím kontrolního přijímače. Posudky a rady protistanic, pokud jsou míněny seriózně a s dobrým úmyslem pomoci, nebereme na lehkou váhu, pokusíme se podle nich zařídit a modulaci „vyšlíchat“. Kvalitní signál je naše vizitka a na popisovaném zařízení lze skutečně vyrobiť signál čistý, dobře promodulovaný, srovnatelný např. s FT221. To bylo ostatně v praxi ověřeno střídáním zařízení při spojení a úmyslným klamáním a „zkoušením“ protistanic.

## Nastavení vstupní části přijímače

Pro konstrukci vstupní části platí zásada, že se snažíme u všech cívek stále udržet tvar a vzhled. Cívka s extrémně roztáženými závitů již nebude ani vzhledná, ani účelná, protože se zbytečně sníží její činitel jakosti Q, zvětší rozptylové pole a bude ovlivňována např. blízkostí ruky. Rezonanční kondenzátory (tj. C21, C25, C26, C8) nezapájíme proto definitivně nakrátko do příslušných děr desky s plošnými spoji, ale pro počáteční nastavení zkrátíme jejich vývody na délku asi 10 mm a pouze lehce je přichytíme ze strany spoju. Nelze totiž vyloučit, že při doladování obvodů 144 MHz bude nutné volit sousední kapacitu z řady E12 – to vyzkoušíme zasouváním feritové tyčinky do příslušné cívky. Pokud by v této etapě byly kondenzátory napoprvé zapájeny napevno, zničili bychom při laborování záhy drobné pájecí body na desce s plošnými spoji. Je lépe tedy počkat, až budeme mít jasno, vhodné je rezonanční kondenzátory přeměřit předem. Po osazení vstupní části součástkami nezapomeneme na drátový spoj mezi R15 a R19 pro napájecí napětí. Na vstupní cívku L12 připojíme provizorní anténu – 0,5 m drátu PVC.

Na vf generátoru se zapnutou modulací nastavíme maximální výstupní úroveň a pokusíme se zachytit jeho signál. To se nám obvykle podaří bez problémů. Výstupní signál z generátoru zesílíme pro úroveň omezení a jako první doladíme obvod injekce oscilátoru – cívku L5. Rezistor R17 nahradíme odporovým trimrem a pokusíme se optimalizovat předpětí g2, ve většině případů však uvedení odpor 120 kΩ bude vyhovovat. Po ověření správné kapacity kondenzátoru C8 zapojíme do příslušných otvorů spojové desky napevno a cívky L5 a L4 doladíme na maximální signál.

Stejným způsobem postupujeme u pásmové propusti L14, L15. Zde je ladění stlačováním závitů již ostřejší, také signál po doladění znatelně zesílí a musíme postupně stahovat úroveň z generátoru. Cívky stlačujeme zásadně izolační tyčinkou nebo v nouzi párátkem, jakýkoli kov je rozladí. Po ověření kondenzátorů C25 a C26 opět zapájíme napevno a cívky znovu jemně doladíme. Poměrně ostré ladění má i vstupní obvod, navíc je cívka L13 navinuta z holého pocínovaného drátu, takže musíme dávat pozor na zkrat mezi závitů. Po jejím doladění by měl být signální generátor stažen téměř na minimum a je pravděpodobné, že již uslyšíme signál z převáděče.

Nyní již můžeme připojit vstupní cívku L12 kouskem tenkého stíněného kablíku (může být nf, teflonový je příliš tvrdý) na příslušný kontakt prepínače RX/TX a tím i k anténě. Podle signálu z převáděče nebo generátoru ještě jednou doladíme všechny cívky, anténní vazbu optimalizujeme polohou cívky L12. Citlivost přijímače mnohého překvapí, navíc



vých důvodů zvolena varianta s obvodem LCR, která se i pohodlněji nastavuje.

## TRP-4 – postup při stavbě a ožívování

Zkušeným konstruktérem bude zajisté stačit schéma, náčrtek rozmístění součástek a rozpiska součástek, pro začátečníky považujeme za nezbytné uvést i další informace. Zásadou je stavět a ožítovat po částech.

Začneme přípravou desky s plošnými spoji. Všechny otvory vrtáme nejdříve vrtákem Ø 1 mm. Vrtákem Ø 1,2 mm pak převrtáme otvory pro tlačítka Isostat a vývody mf transformátorů. Středů mf transformátorů převrtáme na Ø 5,1 mm, stejně tak díru u tranzistorů T6. Pro krystal si připravíme zdířky z dutých nýtků, podle nich pak převrtáme i obě díry. Podélný otvor pod krystalem profíkneme lupenkovou pilkou a kruhovou díru pod ním převrtáme na Ø 4,2 mm – zde bude připájeno tenké pájecí očko, kterým je centrální zem desky s plošnými spoji převedena na druhou stranu desky a tam přitisknuta šroubem víka k přípevnovací armatuře skříňky VKP 050. Původní armaturu s kruhovými odlehčovacími otvory bude nutno nahradit novou z ocelového nebo mosazného plechu tloušťky 1 mm s ohledem na překážející kryty mf transformátorů. Armatura se propojí lanky s ozdobnou maskou reproduktoru a patou antény, tím získá protiváha poněkud na účinnosti.

Dále lupenkovou pilkou předem rozšíříme i otvory pro páskové vývody regulátoru hlasitosti a potenciometrických trimrů.

Předvrtanou desku očistíme nitroředidlem, vydrhneme prostředkem na mytí nádobí TORO a dokonale včetně otvorů opláchneme pod tekoucí vodou. Po zaschnutí ihned připravujeme pájecím lakem. Doporučujeme relativně řídký roztok světlé kalafuny v nitroředidle s přídavkem několika kousků pěnového polystyrénu, lak potom méně lepí.

Dále propojíme všechny drátové spojky, naznačené čárkovaně, vedené pod integrovanými obvody a tlačítkem Isostat. Zatím nezapojujeme drátové spoje mezi jezdcem potenciometru P2, výplněm potenciometru a rezistorem R5 a spoj mezi vývodem 1 IO2 a odporovým děličem R24/R25. Spoj mezi rezistory R19–R15 se také zapojí ze strany mědi až při ožívování vstupní části přijímače. Všechny tyto dosud vynechané spoje budou realizovány tenkými izolovanými lankami včetně připojení reproduktoru, držáku baterií a antény.

### Stavba a oživení nf části

Předem osadíme tlačítka Isostat, po vyzkoušení volného chodu je zapájíme. Horní vychýlující vývody Isostatů zkrátíme asi na 1 mm – i na ně budou připájeny některé součástky a přívody. Umístíme a připájíme tlumivku T15, regulátor hlasitosti P2 a integrovaný obvod IO2. V případě použití jiného regulátoru hlasitosti, než je uvedený typ z přijímače „Selga“, budou zřejmě nutné menší mechanické úpravy. Dále zapájíme rezistory R7 až R34, kondenzátory C44 až C58. Některé součástky bylo nutno z prostorových důvodů umístit na desku s plošnými spoji ze strany mědi, držíme se proto legendy v seznamu součástek. Hodnoty některých součástek (R33, R34, R53) bude nutno při nastavování zdvíhu změnit, proto je prozatím pájeme za nezkrácené vývody.

Po zapojení nf část vyzkoušíme. Na příslušné vývody tlačítek Isostat prozatím provizorně připojíme reproduktor, taktéž provizorně připojíme napájecí napětí 9 V, nejlépe ze dvou plochých baterií. Dotkneme-li se šroubovákem „živého“ vývodu potenco-

metru P2, musí být v reproduktoru slyšet brum.

Opačnou, modulační funkci nf zesilovače ověříme nejlépe sluchátky s velkou impedancí připojenými paralelně k rezistoru R34; při stisknutí tlačítka P1 musí být slyšet foukání do reproduktoru. Stiskneme-li obě tlačítka, uslyšíme ve sluchátkách tón, jehož výšku můžeme regulovat trimrem R32. Rozsah regulace by měl být dostatečný pro nastavení kmitočtu 1750 Hz. Kdo má možnost použít nf generátor a osciloskop, může si funkci nf části ověřit s použitím přístrojů. Vycházíme z toho, že efektivní nf napětí dodávané reproduktorem ve funkci mikrofonu je „při pískání“ asi 2 mV. Naměřené parametry se však nebudou příliš lišit od dříve uvedených. Vhodné by bylo i zvětšit kapacitu kondenzátoru C54, pokud sežene me rozměrově odpovídající typ.

### Mezifrekvenční zesilovač

Stavbu mf zesilovače začneme přípravou mezifrekvenčních laděných obvodů O1, O2 a O3. Použijeme mf transformátory 465 kHz z inkurantní stanice řady VX, přeladěné na 600 kHz výměnou původního kondenzátoru 470 pF za styroflexový typ 330 pF. I když je mf obvodů 465 kHz v každém mf dílu radiostanice VX větší počet, bez převíjení můžeme z jednoho dílu použít pouze dva, a to obě cívky z fázového diskriminátoru na místě O2 a O3. Přesto je i u nich nutné přehodit vývody z hrníčkových jader a uspořádat je podle osazovacího plánu – jde o pohled zespodu! Primární a sekundární vinutí rozlišíme ohmmetrem (primární vinutí s více závitů má podstatně větší činný odpor).

Třetí obvod, tj. O1, je nutno převinout a u primárního vinutí vyvést střed v polovině vinutí, pokud nechceme rozebrat diskriminátor z další stanice. Postup: Sejmeme kryt původního obvodu včetně polyamidového tělíska s kondenzátorem. Nejlépe to jde při nahlátí krytu, tím povolí zalévací vosková hmota a hrneček i s kondenzátorem lze z krytu za vývody vytáhnout. S nahlátím to nepřežijeme – má povolit vosk a ne se roztavit polyamid! Zbylé bakelitové tělísko s hrnečkem se postaví hrnečkem dolů do nitroředidla a nitroředidlo se nechá působit na lepidlo spojující obě poloviny hrnečku tak dlouho, až spoj změkne a obě části hrnečku lze žiletkou od sebe snadno oddělit. Počkáme třeba hodinu nebo dvě, je to lepší než spěchat a křehké jádro rozštípnout. Konce vinutí se opatrně odpájejí od vývodů, pomůžeme si jehlou. Stejně tak jehlou rozevážeme uzlíky zajišťovací nitě nejdříve u sekundárního vinutí, které je nahore a má 4 závitů, odvinuté lanko uložíme napnuté, aby se na něm neudělaly smyčky (libozvučný bastlířský název je „kroučanky“). To samé provedeme s primárním vinutím, které je ovšem podstatně delší. Prostým geometrickým rozpučením délky zjistíme střed primárního vinutí, ten bez přestřihávání mírně zkroutíme, konec pocinujeme a ponecháme pro vyvedení v délce asi 1,5 cm. Cívkové tělísko znovu navineme od středu na obě strany, dbáme přitom na stejný smysl obou polovin vinutí, jinak by byla celá práce zbytečná! Konce vinutí se zajistí tenkou nití a nahoru znovu navineme a nití zajistíme sekundární vinutí. Práce si vyžaduje šikovné prsty a pinzetu, dobré oči či ještě lepší brýle nebo lupu. Tenké pramínky vf lanka totiž nesmíme nikde přetrhnout, případně porušit lakovou izolaci, proto ještě před vložením cívky do spodní poloviny hrnečku zkontrolujeme celistvost vinutí ohmmetrem a stejně tak ověříme, není-li mezi primárním a sekundárním vinutím zkrat. Pokud je vše v pořádku, vložíme cívku do hrnečku a nitroředidlem dobře odmaštěné poloviny hrnečku slepíme např.

Lepoxem. Konce vinutí připojíme na vývody tělíska podle osazovacího plánu. Následuje další kontrola ohmmetrem, po které můžeme připájet vývody kondenzátoru 330 pF umístěného do původního polyamidového pouzdra. Vývody tělíska se po obvodu izolují proti zkratu na kryt proužkem papíru, který zajistíme lepidlem nebo zalévací hmotou. Po vsunutí sestaveného kompletu do krytu ho ještě jednou zkontrolujeme ohmmetrem.

Jisté není třeba připomínat, že jde o vynikající, téměř jogínské cvičení trpělivosti. Ostatně proč ne: pro mladé je trpělivost nutným předpokladem do života, pro ty starší pak obranou proti stresům. Současný trend nechuti navíjet cívky sám osobně považují spíše za lenost. Bylo by jisté možné předepsat pro konstrukci např. „japonské“ miniaturní mf transformátory. Ale ruku na srdce: sežene je snadno každý zájemce? To už je dnes snažší oproti situaci před 15 lety sehnat cívky z vyřazené radiostanice naší výroby. Konečně ten, kdo má možnost použít hotové mf transformátory, bude mít zřejmě i dost zkušeností k tomu, aby je v konstrukci bez problémů aplikoval.

Další práce na mf zesilovači jsou již podstatně jednodušší. Nejdříve upravené mf obvody i s kryty zapájíme na příslušná místa podle osazovacího plánu a naposledy zkontrolujeme ohmmetrem. Závit pro šroubové dolaďovací jádro v tělísku protáhne kouskem vaty namotaným na zápalku a namočeným v lihu nebo technickém benzínu. Po tomto pročištění závit ošetříme kapkou jemného oleje. Jak moc se tato napohled zbytečná operace vyplatí, pozná nejlépe ten, kdo ji odloží jako nepotřebnou.

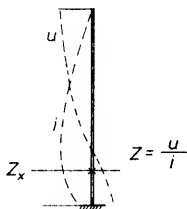
Nyní je již možné osadit integrovaný obvod IO1. U toho nejdříve odštípeme nevyužitý vývod 3 a 14, pro které ostatně ani nejsou v desce otvory. Dále je nutné osadit rezistory R20, R21 a R22, bez nichž nemá mf zesilovač klidové předpětí (umělý střed napájecího napětí). Zapájíme tranzistor T6 a T7. Tranzistor T6 je umístěn „nohama vzhůru“, na vývod g2 navlékneme malou feritovou perličku a k pájení použijeme raději mikropáječku, protože jde o typ MOS. I když použitý typ KF907 (KF910, KF982) má vestavěnou ochranu, nemusí vždy snést „cva-kání“ pistolovou pájkou kolem sebe.

Dále osadíme rezistory R15 až R19, R35 a R36. Rezistor R17 zatím neosazujeme. Osadíme kondenzátory C28 až C38 a navíneme a osadíme cívku L15. Prozatím provizorně drátkem přivedeme kladné napětí mezi rezistory R19 a R15 ze strany spojů. Kolektorový proud tranzistoru T7 je asi 1 mA, kontrolujeme podle úbytku napětí na rezistoru R19, případně nastavíme změnou děliče R35, R36.

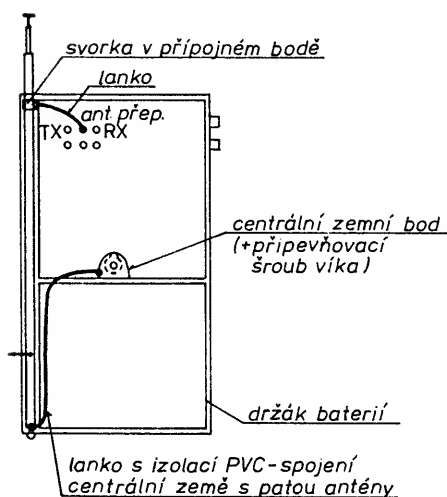
Nyní je možné předběžně sladit mf zesilovač při kmitočtu 600 kHz. Měřidlo s velkým vstupním odporem připojíme na vývod 10 IO1, změřenou hodnotu (umělý střed napětí) si poznamenáme. Výstup ze signálního generátoru připojíme přes oddělovací kondenzátor asi 1 nf na g2 tranzistoru T6, atenuátor stáhneme na minimum. Na generátoru nastavíme kmitočet 600 kHz a úroveň signálu z generátoru postupně zvětšujeme, až se na měřidle objeví zjevná výchylka od umělého středu. Tuto výchylku se pokusíme zvětšit na maximum dolaďením obvodů O1 a O2 při současném snižování úrovně signálu z generátoru. Je-li zřejmé, že obvody O1 a O2 jsou dolaďeny, nastavíme jádrem obvodu O3 opět napětí na umělý střed při kmitočtu přesně 600 kHz. Proladováním generátoru v okolí 600 kHz se alespoň zhruba pokusíme odhadnout tvar a linearitu demodulační charakteristiky. Při tomto předběžném nastavení se již projeví vzrůst a pokles šumu při změnách úrovně signálu či odpojování generátoru. Výše popsaný postup platí pro generátory bez modulace. Má-li ovšem pou-

torových trimrů, při které jalová složka impedance transformačního obvodu vykazuje stejnou hodnotu jako jalová složka impedance antény v přípojném bodě, ale s opačným znaménkem. Obě jalové složky se tím vyruší a zbývá pouze žádaná složka reálná  $R_x$ . Tím je v kostce popsán princip přizpůsobení jakékoli antény.

V případě kapesní radiostanice s prutovou anténou nelze sice použít reflektometr jako např. na krátkých vlnách, optimálnímu nastavení však odpovídá maximální vf napětí na vrcholu antény, které můžeme snadno indikovat vf sondou. Přizpůsobení lze optimalizovat i pro jiné než čtvrtvlnné délky (obr. 22); u kapesních radiostanic, zvláště v ama-



Obr. 22. Anténa delší než  $\lambda/4$



Obr. 23. Umístění teleskopické antény ve skříňce VKP 050

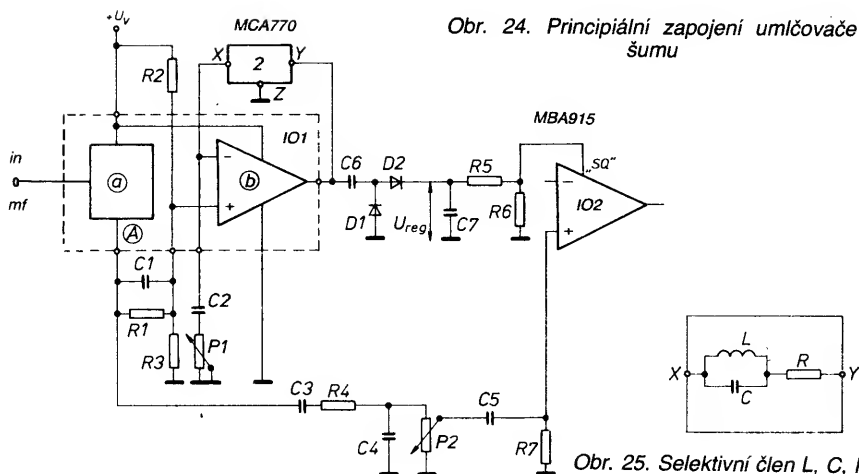
térské praxi, nemá význam se příliš zabývat vyzářovacími diagramy.

Tento přístup byl zvolen i u TRP-4. Posloužila teleskopická anténa ze starého přijímače Menuet, která byla do původní skříňky VKP050 umístěna podle nákresu na obr. 23. Přípojná lanka ( $\varnothing$  asi 1 mm) tvoří součást bočnicku. Bočnickové přizpůsobení má navíc tu vlastnost, že je selektivní, pro kmitočet 72 MHz „krátké“ a přispívá tak k jeho většímu potlačení.

## Umlčovač šumu (squelch, SQ)

Umlčovač šumu můžeme považovat za přidavný obvod, bez kterého radiostanice sice plní svoji funkci, přesto jej však dnes nelze považovat za luxus. Dostupné integrované obvody k aplikaci přímo svádějí a bylo tomu tak i v našem případě po prvním pohledu do katalogu polovodičových součástek, ve kterém byly uveřejněny prvotní informace. Dá se říci, že právě tento fakt byl hlavním popudem pro vznik předložené konstrukce.

Zapojení na obr. 24 využívá specifických vlastností IO1 (MCA7701) a IO2 (MBA915) a pracuje na principu vzorkování šumového spektra v oblasti kmitočtů kolem 13 kHz. O této kmitočtové oblasti lze experimentálně i statisticky dokázat, že energie šumu zde v případě úzkopásmové kmitočtové modula-



Obr. 25. Selektivní člen L, C, R

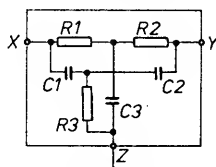
ce se zdvihem 5 kHz dosahuje určitého plochého maxima, dále je tato oblast minimálně ovlivněna produkty zkreslení, vzniklými přenosem užitečného hovorového signálu.

IO1 obsahuje část a, což je mf omezovací zesilovač s detektorem, a část b, kterou je operační zesilovač. Předpětí obou částí integrovaného obvodu je určeno odporovým děličem R2, R3 z rezistorů shodné hodnoty.

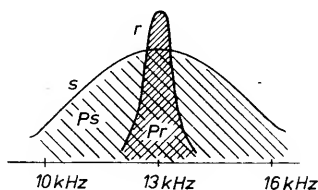
V okamžiku, kdy přijímač nepřijímá signál, je na výstupu detektoru v bodě A produkován intenzivní širokopásmový šum, který je přes kondenzátor C1 veden na vstup selektivního zesilovače šumu. Selektivní zesilovač šumu je realizován částí b IO1, tedy operačním zesilovačem, v jehož zpětnovazební větvi je zařazen selektivní člen 2. Selektivní člen 2 lze řešit dvěma způsoby:

První způsob, znázorněný na obr. 25, je založen na použití obvodu L, C, R mezi body X a Y. Obvod LC je laděn na střední kmitočet 13 kHz. Změnou odporu rezistoru R se volí jak základní zesílení, tak i selektivita zesilovače šumu.

Druhý způsob provedení selektivního členu je založen na využití dvojitého přemostěného článku T, laděného opět na střední kmitočet 13 kHz (obr. 26). Zde je základní zesílení a selektivita určena rezistorem R3.



Obr. 26. Selektivní člen RC



Obr. 27. Závislost šumového výkonu na šířce pásma zesilovače šumu

Šumový signál postupuje z výstupu operačního zesilovače přes kondenzátor C6 na diodový špičkový detektor D1, D2. Na filtračním kondenzátoru C7 se vytvoří stejnosměrné řídicí napětí  $U_{reg}$ , úměrné energii šumového vzorku, které přes odporový dělič R5/R6 ovládá umlčovací klopný obvod v IO2 (nf zesilovač).

Velikost energie šumového vzorku je dána nejen zesílením, ale i šířkou zpracovávané-

Obr. 24. Principiální zapojení umlčovače šumu

ho pásma a mezi nimi je nutno volit určitý kompromis. Z obr. 27 je zřejmé, že selektivní zesilovač s úzkou křivkou selektivity  $r$  dává menší šumový výkon než zesilovač se širší křivkou  $s$ . Právě proto je nutné u obou provedení selektivního členu volit velikost odporu při základním nastavení, která bude závislá na velikosti šumu, produkovaného celým přijímacím traktem. Účelem základního nastavení je dosáhnout co největší dynamiky změny stejnosměrného řídicího napětí  $U_{reg}$  pro stavy bez signálu a se signálem. Zesilovač šumu (nasazení umlčovače) se v provozu jemně reguluje potenciometrem P1, kondenzátor C2 galvanicky odděluje invertující vstup operačního zesilovače od země.

Odporový dělič R5, R6 upravuje napětí  $U_{reg}$  (řádově jednotky voltů) na velikost potřebnou pro ovládání umlčovacího vstupu SQ IO2. Tam je pro nasazení umlčovače potřebné napětí typicky 800 mV, pro odpad umlčovače 400 mV při proudu pouze 10  $\mu$ A. To umožňuje volit velké hodnoty rezistorů děliče R5, R6 (řádově stovky k $\Omega$ ), takže při kapacitě C7 např. 1  $\mu$ F dosahuje zapojení značné časové hystereze, což je právě vlastnost požadovaná u vozidlových i kapesních radiostanic. Náběhová časová konstanta je přibližně 1 ms, odpadová časová konstanta pak stovky ms.

Pro správnou funkci umlčovače nesmí být výstup A demodulátoru zatížen malou impedancí. Tuto zásadu musí respektovat i následující kmitočtová výhybka, oddělující cestu hovorového a šumového signálu. Proto je v cestě hovorového signálu za vazebním kondenzátorem C3 zařazen sériový rezistor R4, řádově desítky k $\Omega$ . Ze stejných důvodů není možno připojit kondenzátor deemfaze C4 přímo na výstup demodulátoru, ale až na rezistor R4. Výstupní nf napětí z demodulátoru je typicky 100 mV, nf napětí na rezistoru R7, potřebné pro plné vybuzení nf zesilovače 3, je 10 mV, což představuje pro volbu velikosti rezistoru R4 dostatečnou rezervu. Hlasitost se reguluje potenciometrem P2, kondenzátor C5 je vazební.

Významnou předností uvedené kombinace obou integrovaných obvodů s popsáním umlčovačem je minimální spotřeba proudu v klidovém stavu – při umlčení celkem asi 1 mA, dále pak minimalizace počtu součástek a vysoký stupeň miniaturizace při zachování optimálních funkčních vlastností.

Tolik výňatek z přihlášky vynálezu. Předložené zapojení je obecně použitelné u všech radiostanic pracujících s kmitočtovou modulací. Je podstatně jednodušší než relativně „krkolomná“ zapojení používaná u četných profesionálních výrobců. Protože je samozřejmě vhodné i pro konstrukce pracující s dvojím směřováním na kmitočet 465 kHz, doporučujeme ho pozornosti nejen amatérským, ale i profesionálním konstruktérům. Pro zařízení TRP-4 byla z prostoro-



je signál stabilní, ve srovnání s předchozími typy TRP-1 až 3 nepíská při nasazení vazby apod. Na klasickém superhetu se asi skutečně nedá nic zkazit.

## Umlčovač šumu

Princip použitého umlčovače šumu byl již popsán. Cívka L16 je navinuta drátem  $\varnothing 0,1$  mm CuLH, snažíme se neprodířit izolaci o ferit, proto kroužek buď předem bandážujeme proužkem mikroténové fólie, nebo ho namočíme v epoxidové pryskyřici a po zaschnutí teprve navineme. Místo elektrolytických kondenzátorů o kapacitě  $1 \mu\text{F}$  můžeme zde, ale i na všech ostatních místech konstrukce použít  $2,2 \mu\text{F}$  bez jakékoli újmy (bylo ověřeno). Diody jsou libovolně germaniové nebo Schottky, rozhodující je pouze velikost.

Při nastavení umlčovače šumu sledujeme voltmetrem s velkým vstupním odporem změny napětí na kondenzátoru C43. Při maximálním šumu má být usměrněné napětí také maximální. Stav se signálem simulujeme zkratováním vývodů 1 a 4 na vstupu IO1, tomu odpovídá minimální usměrnění napětí. Volbou odporu rezistoru R23 se snažíme dosáhnout co největšího rozdílu napětí mezi oběma krajními stavy. Dále ověříme regulaci zesilovače šumu potenciometrem P1; musí regulovat opět mezi oběma krajními hodnotami. Po nalezení správné hodnoty R23 připojíme vývod 1 IO2 tenkým lankem na dělič R24/R25. Poměr obou odporů děliče volíme tak, aby umlčovač překlápěl v okamžiku, kdy je jezdec potenciometru P1 přibližně ve 3/4 dráhy. Zkušenosti při stavbě dalších exemplářů TRP-4 však naznačují, že je možné ponechat ve schématu předepsané odpory děliče R24/R25 beze změny a umlčovač nastavit pouze rezistorem R23 tak, aby hranice uzavírání a otevírání umlčovače byla vždy v mezích regulačního rozsahu potenciometru P1.

Mechanické provedení ovládacího „knoflíku“ potenciometru P1 si zaslouží zvláštní popis. Jako „knoflík“ je použita středová vroubkovaná část starého „televizního“ odporového trimru, do níž je zataven úzký proužek plechu, zapadající jako šroubovák do výřezu trimru P1. V příslušném přesně orýsovaném bodě na boku skříňky VKP 050 je proti trimru P1 vyvrtán těsně licující otvor, do kterého se takto zhotovený knoflík zasune a zajistí zevnitř Segerovou pojistkou. Nic naplat, miniaturní konstrukce si žádá netradiční metody. Zbývá jen dodat, že funkce správně nastaveného umlčovače nás příjemně překvapí.

## Použitá literatura

- [1] Daneš, J. a kol.: Amatérská radiotechnika a elektronika, díl 4, Praha, Naše vojsko 1989.
- [2] Daneš, J. a kol.: Amatérská radiotechnika a elektronika, díl 2, Praha, Naše vojsko 1986.
- [3] Novák, P.: Radioamatérský zpravodaj č. 5-8/1980.
- [5] Daneš, J. a kol.: Amatérská radiotechnika a elektronika, díl 3, Praha, Naše vojsko 1988.

Na závěr bychom chtěli ještě upozornit, že z hlediska současného pohledu na kvalitu vysílaného spektra jde o zařízení tzv. nezesilovatelné (vzhledem k dosažitelnému potlačení kmitočtu 72 MHz). Naštěstí, vlastně

i vlivem náhody, obsahuje díky náchylnosti obvodu MBA915 k nežádoucím kmitům proti „zesilovací tendenci“ automaticky pojistku. V popsaném provedení jsme ho přes převáděč OKOE vyzkoušeli v praktickém provozu z Chomutova (30 km vzdušná vzdálenost), letos přes DB0ZB na dovolené (25 km). Výkon 150 mW s prutovou anténou zcela postačil a stali se z nás zapřísáhlí odpůrci „krokodýlího“ provozu s velkými výkony. Provozujeme proto zařízení tak, jak je navrženo, vždyť i tak splní svůj účel a užijeme si s ním hodně radosti při cestách a pobytu v přírodě. Nakonec není problémem, pokud jedeme na prázdniny či dovolenou do oblasti jiného převáděče, připravit si jiný krystal pro požadovaný kanál.

Pro běžný provoz není nutné mít osazeny všechny kanály a při výletech oceníme právě malé rozměry a váhu, stabilitu kmitočtu, nenáročnou napájení z tužkových článků a nespornou operativnost popsaného zařízení. Do stavby a užívání přejeme proto mnoho zdaru.

## Seznam součástek

Legenda: ss – strana součástek;  
ms – montáž nastojato;  
sp – strana spojů; ml – montáž naležato.

### Rezistory

			montáž
R1	82 k $\Omega$	TR 151	ss, ms
R2	560 $\Omega$	TR 151	ss, ms
R3, 4	47 k $\Omega$	TR 151	ss, ms
R5	560 $\Omega$	TR 151	ss, ml
R6	390 $\Omega$	TR 151	ss, ms
R7	120 $\Omega$	TR 151	ss, ms
R8	120 $\Omega$	TR 151	ss, ml
R9	27 $\Omega$	TR 212	ss, ms
R10	68 $\Omega$	TR 151	ss, ms
R11	15 k $\Omega$	TR 161	ss, ms
R12	56 k $\Omega$	TR 161	ss, ms
R13, 14,			
R15	1 k $\Omega$	TR 161	ss, ms
R16	47 k $\Omega$	TR 161	ss, ms
R17	120 k $\Omega$	TR 161	ss, ms
R18	330 $\Omega$	TR 161	ss, ms
R19	1 k $\Omega$	TR 151	ss, ms
R20	82 k $\Omega$	TR 161	sp, ml
R21	270 k $\Omega$	TR 161	ss, ms
R22	270 k $\Omega$	TR 161	sp, ml
R23	15 k $\Omega$	TR 161	ss, ms
R24	680 k $\Omega$	TR 212	ss, ms
R25	390 k $\Omega$	TR 212	ss, ms
R27	47 k $\Omega$	TR 161	sp, ml
R28	390 k $\Omega$	TR 212	sp, ml
R29,			
R31	33 k $\Omega$	TR 151	ss, ms
R30	33 k $\Omega$	TR 161	ss, ms na přep.

R32			
(P3)	10 k $\Omega$	TP 008	ss, ms
R33	výběr	TR 161	ss, ms na přep.

R34	výběr	TR 151	sp, ml
R35	82 k $\Omega$	TR 161	ss, ms
R36	15 k $\Omega$	TR 161	ss, ms
P1	100 k $\Omega$	TP 008	ss, ms
P2	6,8 k $\Omega$	knofl.	

potenciometr  
s vypínačem např.  
z přijímače Selga

### Kondenzátory

C1	56 pF	TK 754	ss, ms
C2	150 pF	TC 281	ss, ms
C3	4,7 nF	TK 782	ss, ms
C4	68 nF	TK 782	ss, ms
C5	15 nF	TK 783	ss, ms
C6, 7	33 pF	TK 754	ss, ms
C8	12 pF	TK 754	ss, ms
C9, 11	4,7 nF	TK 782	ss, ms

C10	27 pF	TK 754	ss, ms
C12	1 nF	TK 744	ss, ms
C13	6,8 pF	TK 755	ss, ms
C14, 15	1 nF	TK 744	ss, ms
C16	22 $\mu\text{F}$	Frolyt $\varnothing 5$ mm	ss, ms
C17, 18	1 nF	TK 744	ss, ms
C19, 20	výběr	TK 754	ss, ms
C21	12 pF	TK 754	ss, ms
C22	8,2 pF	TK 754	ss, z odb. L13 na bázi T5
C23, 24	1 nF	TK 744	ss, ms
C25	10 pF	TK 754	ss, ms
C26	8,2 pF	TK 754	ss, ms
C27	2,2 pF	TK 754	ss, ms
C28	68 nF	TK 782	ss, ms
až C34			
C35, 36	56 pF	TK 754	ss, ms
C37, 38	68 nF	TK 782	ss, ms
C40	15 nF	TK 783	ss, ms
C41	10 nF	TC 235	ss, ml
C42, 43	1 $\mu\text{F}$	Frolyt	ss, ms
C44	1 nF	TK 744	sp, mezi vývody IO
C45	1 $\mu\text{F}$	Frolyt	ss, ms
C46	2,2 nF	TC 235	ss, ms
C47	3,3 nF	TC 235	ss, ms
C48	15 nF	TK 783	sp, ml
C49	1 $\mu\text{F}$	Frolyt	ss, ms
C50	22 $\mu\text{F}$	Frolyt	sp, ml
C51	22 $\mu\text{F}$	Frolyt	ss, ms
C52	4,7 nF	TK 782	ss, ms
C53	3,3 nF	TC 235	ss, ms
C54	50 $\mu\text{F}$	TE 981	ss, ml
C55	4 $\times$ 68 nF	TK 782	na vývo- dy přep.
C56	1 nF	TK 744	sp, ml
C57	100 $\mu\text{F}$	TE 003	ss, ms
C58	15 nF	TK 783	ss, ms
C59	10 $\mu\text{F}$	Frolyt	ss, ms
C60	1 nF	TK 744	sp, mezi vývody IO

### Diody

D1	KB105G	T12, T2,	
D2	KZ260/5V6	T3	SF245
D3	D4 GA201	T4	KSY21
apod.		T5, T7	SF245
		T67	KF907

### Tranzistory

### Integrované obvody

IO1	MCA770A
IO2	MBA915

### Ostatní součástky

#### Reproduktor ARZ081

Anténa teleskopická (Menuet apod.);  
Tlačítko Isostat 2  $\times$  přepínací kontakt;  
Tlačítko Isostat 4  $\times$  přepínací kontakt;  
PKJ (krystal) 36 MHz z radiostanice RA-CEK, případně jiný, viz text.

### Cívky + mf transformátory

L1	25 z drátem $\varnothing 0,1$ mm CuLH na „čince“ z mf transformátoru, hmota N1;
L2	25 z drátem $\varnothing 0,3$ mm CuL, samonosné na trnu $\varnothing 3$ mm;
L3	totéž, odb. na 6. z od studeného (zemního) konce;
L4	2 z drátem $\varnothing 0,5$ mm CuL, samonosné na trnu $\varnothing 4$ mm, přes studený konec L5;
L5	7 z drátem $\varnothing 0,5$ mm CuL, samonosné na trnu $\varnothing 3$ mm;
L6	8 z drátem $\varnothing 0,5$ mm CuL, samonosné na trnu $\varnothing 4$ mm;
L7	3 z drátem $\varnothing 0,5$ mm CuL, samonosné na trnu $\varnothing 6$ mm, přes studený konec L6;

# Gigantická anténa Yagi pro pásmo 14 MHz

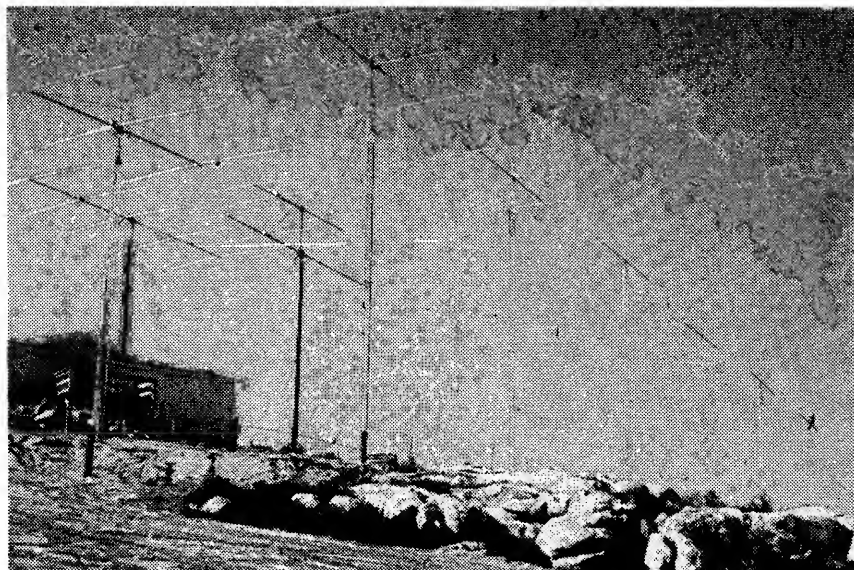
Yagiho anténu neobvykle velkých rozměrů navrhli a v jižní Kalifornii postavili radioamatéři W6TSW, W6VPH a K6BLG. Nejde o anténu, jejíž skutečné mimořádné rozměry by vyplynuly z užití nezvykle velkého počtu pasivních prvků. Z tohoto hlediska jde o standardní 13prvkovou anténu s jednoduchým reflektorem a 11 direktory. Opravdu jedinečně velké rozměry souvisí s pracovním kmitočtem, který je 14,15 MHz. Anténa má velkou vstupní impedanci (300 Ω) a pro ČSV  $\leq 1,5$  má šířku pásma větší než 2 %. Přitom vypočtená směrovost je 15,8 dBi pro volný prostor. Změření skutečného zisku z pochopitelných důvodů není možné. Uvedené hodnoty jsou však pro anténu délky 5λ(1) přiměřené. U stejně dlouhých antén se setkáváme s udávaným ziskem kolem 15 dB proti půlvlnnému dipólu. Zde počítají autoři se ztrátou 0,1 dB na svorkách antény a s dalším 0,5 dB ztrát na 55 m kabelu k radiostanicím.

Proti obvyklému způsobu stavby má tato anténa jednu zvláštnost. Její prvky nejsou uchyceny na jediném souvislém ráhnu. Místo toho je celá anténa postavena na 6 příhradových trojbokých stožárech s ukotvením. Přitom kotvy, aby nepůsobily rušivě na rozložení pole v těsné blízkosti antény, jsou ve svých horních úsecích zhotoveny z dielektrika. Každý ze stožárů nese ráhno v délce 9 m a s průměrem 75 mm orientované souhlasně s podélnou osou celé antény, na jehož koncích je uchyceno po jednom direktoru, s výjimkou 1. stožáru, na jehož ráhnu je reflektor, buzený prvek-dipól a 1. direktor. Jednotlivé prvky mají dvakrát odstupňovaný průměr tak, že ve střední části je to 32 mm a na koncích 19 mm.

Anténa je směřována s azimutem 15°, takže umožňuje pokrytí vybraných oblastí Evropy a Asie. V provozu je od února 1991 a splňuje nebo předčí očekávání autorů. Objektivní změřený zisk, jak jsme již uvedli, je prakticky neuskutečnitelný a tak je hodnocení založeno na srovnání s výsledky dosahovanými s kvalitní otočnou 5prvkovou anténou, stojící v těsném sousedství, a z impedanční charakteristiky, která se naproti tomu dá ověřit velice snadno.

Celý návrh antény se uskutečnil výpočtem na osobním počítači s využitím momentové metody. Podrobněji se autoři o způsobu výpočtu nezmiňují. Poukazují pouze na to, že s ohledem na spolehlivé vyloučení případných pozdějších nezbytných úprav s nevyhnutelnou demontáží prvků na vysokých stožárech volili 0,5 % rezervu v délce prvků s ohledem na známou skutečnost, že po dosažení horního mezního kmitočtu Yagiho anténa rychle ztrácí směrovost v předním směru vlivem přechodu reaktance direktorů z kapacitní do indukční oblasti a jejich následných přeměn v reflektory. Vliv případné malé odchylky v roztáčích prvků nehraje významnější roli a s tolerancí se zde proto nepočítalo.

Případné zájemce o stavbu podobného systému je třeba upozornit, že je zcela zbytečné, aby do redakce zasílali žádosti o podrobnější informace, protože kromě zde



uvedených dat žádná jiná autoři neudávají [1]. Slibují však, že další podrobnosti publikují v blízké budoucnosti.

- [1] Hachten, J. E.; Ansley, B.; Bathker, D. A.: A modern giant Yagi. IEEE ant. + propag. mag., 33, č. 3, 6. 1991, s. 19 – 21.

## Centrum zpráv Afriky

K podpoře radioamatérského hnutí v rozvojových zemích Afriky (zaměřeno na Lesotho, Swazijsko, Mozambik ale i další africké státy) byla ustavena pracovní skupina s názvem PADC (Promotion of Amateur Radio in Developing Countries) s radioamatérskou stanicí vysílající pod značkou ZS6NFA. Jejím předsedou je Hans Welens, ON6WQ. Od prosince loňského roku vysílají pravidelné relace v pásmech 21, 14, 7 a 3,7 MHz, u nás

nictvím sítě packet radia na ZS6NFA @ ZU8NRC nebo ON6WQ @ ON7RC. V uvedených třech státech budou zřízeny klubové stanice k demonstrování radioamatérské činnosti. Celá akce má velkou podporu úřadů, neboť se dá předpokládat, že znalosti z oboru amatérského rádia budou pozitivně ovlivňovat mládež a její zájem o elektroniku všeobecně; navíc pokud bude aktivních radioamatérů dostatek, umožní to vybudovat nouzovou síť pro případ katastrof, které na africkém kontinentu nejsou vzácné – ať se již jedná o zemětřesení, lesní požáry ap. Zájemci o podrobnější informace o činnosti PADC si mohou dopsat rovněž na uvedenou adresu. 2QX



by bylo možné zachytit vysílání na 14 282 nebo 21 282 kHz provozem SSB v neděli od 7.15 UTC, relace se opakuje v pondělí na stejných kmitočtech od 17.00 UTC. Vysílané zprávy sestávají z S6AKV a ZS6BTD z dostupného materiálu z celého světa a jednotlivé relace jsou v délce 15 minut, ovšem mohou se prodloužit, pokud bude dostatek zajímavosti. Pro tento pořad je možné zaslat jakýkoliv zajímavý materiál písemný nebo namluvený na kazetě na adresu: NFA, P.O. Box 807, Houghton 2041. Rep. of South Africa. Texty se mohou zaslat také prostřed-

## Malý katalog polovodičových součástek

je název příští přílohy časopisu Amatérské radio, která vyjde v listopadu 1992. Katalog přináší na 64 stranách informace a data o náších i zahraničních operačních zesilovačích. Bude mimořádně cenou pomůckou v dílně každého konstruktéra a radioamatéra. Vzhledem k omezenému nákladu tohoto katalogu Vám doporučujeme objednat si jej korespondenčním lístkem přímo u vydavatele na adrese:

Vydavatelství  
MAGNET – PRESS  
odd. administrace  
Vladislavova 26  
113 66 Praha 1

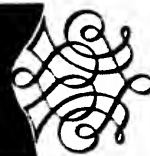
Objednávky můžete posílat do 15. října 1992; po vyjítí Malý katalog polovodičových součástek dostanete poštou.

Cena: 15 Kčs + 4,30 poštovní poplatek.

L8 7 z drátem Ø 0,5 mm CuL, samonosné na trnu Ø 4 mm;  
L9 2 z drátem Ø 0,5 mm CuL, samonosné na trnu Ø 6 mm, volná vazba přes studený konec L8;  
L10,11 4 z drátem Ø 0,5 mm CuL, samonosné na trnu Ø 5 mm;  
L12 2 z drátem Ø 0,3 mm PVC přes přes studený konec L13;

L13 8 z drátem Ø 0,5 mm CuSn („ranžír“ drát zbavený PVC izolace) na trnu Ø 3 mm, odb. na 3. z od zem. konce;  
L14,15 8 z drátem Ø 0,5 mm CuL, samonosné na trnu Ø 3 mm;  
L16 150 z drátem Ø 0,1 mm CuLH na toroidu Ø 10 mm, H22;  
T11, T13, T14 10 z drátem Ø 0,3 mm CuL, na toroidu Ø 4 mm, H20 nebo H22;

T12 20 z drátem Ø 0,1 mm CuLH na toroidu Ø 6 mm, H22;  
T15 20 z drátem Ø 0,1 mm CuLH na toroidu Ø 4 mm; H22 (H20);  
O1, O2, O3 mř transformátory 465 kHz z VXN101 přeladěné na 600 kHz výměnou původního kondenzátoru za typ TC 281, 330 pF, úprava viz text.



## MARCONI

### Václav Hlavatý, OK1AYW

Rána vypálená z ručnice venkováním, toho jara 1895, oznámila světu zrození rádia. Guglielmo Marconi, tehdy dvacetiletý, si tohoto venkování zjednal, aby dával pozor na jeho první rádiový přijímač, a jakmile uvidí, že se na něm něco pohnulo, aby vystřelil. Vysílač umístil mladý Marconi v otocově vile v Pontecchiu, nedaleko Boloně. Neměl zde žádnou laboratoř, jen koutek na půdě, kde mu trpěli jeho hračky.

Marconi se seznámil se slavným profesorem boloňské univerzity, fyzikem Augustem Righim. Ten důkladně zkoumal rádiové vlny, vylepšil Hertzovy přístroje, ale dařilo se mu přijímat rádiové vlny jen na vzdálenost několika metrů. Marconi chtěl dosáhnout spojení z jedné strany zeměkoule na druhou. Righi byl k těmto cílům skeptický, ale dal Marconi mnoho užitečných rad. Profesor Beccariova gymnasia v Miláně, Calzecchi-Onesti, vynalezl nový přijímač (detektor) rádiových vln, skleněnou trubičku s kovovými pilinami (koherer). Téměř současně jej objevili i Branly ve Francii a Lodge v Anglii. Ani jeden nedosáhl praktických výsledků, chyběla jim maličkost – anténa. Marconi postavil první anténu na sýpce v Pontecchiu, připojil ji k jiskřičce a druhý pól uzemnil. (Je historickou skutečností, že první anténu použil Popov). Protože se rádiové vlny mohly díky anténě šířit mnohem dál než 300 metrů, kde čekal venkovan připraven k výstřelu, koherer je zachytil.

Marconi pokračoval v pokusech, vylepšil detektor a dosahoval větších a větších vzdáleností. Nabídl dopisem svůj vynález italské vládě, ale nedostal odpověď. Obrátil se tedy na svou matku v Anglii, která zde měla vlivné příbuzné. O vynález se začli zajímat z anglické správy pošt a telegrafů. Brzy nato začali s výstavbou prvních radiotelegrafních stanic. Marconi byl na postupu, překlenutí Atlantiku se podařilo 12. prosince 1901. Za vydatné podpory mnohých, např. Ambrose Fleminga, byla v Poldhu v Cornwallu na anglické straně zřízena vysílací stanice. Přijímač byl postavený na Novém Foudlandu poblíž Saint Johns, ve starých opuštěných vojenských ubikacích.

Američtí vědci a všichni v Itálii byli nadšeni, Evropa byla skeptická k výsledkům pokusů. Anglo-Americká kabelová telegrafní společnost důrazně protestovala. V italské Spenzii bylo r. 1902 zřízeno radiotelegrafní oddělení a v námořní akademii v Livornu instalována radiotelegrafní stanice. Zde působil lodní poručík, markýz Luigi Solari, který byl novým vynálezem nadšen a stal se pravou rukou Marconiho. Armádou byl pověřen, aby dělal pokusy s bezdrátovou telegrafií na moři. Na vzdálenost 500 námořních mil zachytil zprávy vysílané Marconim ze stanice v Poldhu na mysu Lizard. 12. července 1902 Marconi na lodi plující do Kronštadt, kam

vezla krále Viktoria Emanuela, zachytil zprávy vysílané z Poldhu na vzdálenost 2000 kilometrů. V Kronštadtě pak 16. července, ukázal italský král na palubě křižníku „Carlo Alberto“ ruskému carovi krabici na doutníky, ve které byl Marconiho přijímač. Byla to první válečná loď na světě, se zařízením pro příjem bezdrátové telegrafie.

Markýz Luigi Solari společně s Marconim vybudovali přímé rádiové spojení Itálie s Anglií a věnovali se zřizování radiotelegrafních stanic na lodích i na souši. Později se stal Solari prezidentem „Societa Radio Marittima Italiana.“

V letech 1919–1924 byly výkonné radiotelegrafní stanice britské říše nahrazovány stanicemi krátkovlnnými. Marconimu se dařilo i vysílání do předem určených směrů. První pokusy Marconiho v roce 1896 probíhaly na vlnových délkách 30 centimetrů. Po 35 letech se v Itálii k ultrakrátkým vlnám vrátil. Jeho pokusy probíhaly v Sestri Levante, provincii Genova, na pobřeží Ligurského moře. Zde, v zálivu Tigullio, na kopci, který je 70 metrů nad hladinou moře, stojí asi 10 metrů vysoká věž starého majáku (nyní „Torre Marconi“ – v květnu 1988 zde vznikl radioklub k propagaci oslav Marconiho, vysílá telegraficky pod značkou IY1TTM. Čestnou prezidentkou byla Markýza Cristina Marconi). Pokusy byly úspěšné, a tak 3. října 1931, před reprezentanty úřadu pošt předváděl možnosti využití mikrovlnných zařízení. Na terase soukromé vily v Santa Margherita, 50 metrů od břehu Ligurského moře byl vysílač s anténou se dvěma zářiči a čtyřmi reflektory. Přijímač byl umístěn asi 18 km od moře na věži. O půl roku později již předváděl duplexní provoz. Zkoumal také výhody „práce“ přijímače a vysílače do jedné reflektorové antény. Výsledky byly velmi dobré. Využil jich dokonce i papež Pius XI. Se stejnou sestavou komunikoval mezi Vatikánem a palácem Apostolicu v Castel Gandolfo, vzdáleném více jak 20 km.

Marconi také studoval možnosti využití mikrovln pro řízení lodí v případech, kdy vizuální navigace je nemožná. 30. července 1934 to demonstroval na plachetnici ELETTRA v ústí zálivu del Tigullio. Bez kompasu a při zastřené kabině černými závěsy, byla loď vedena kapitánem k proplutí mezi dvěma bójemi vzdálenými 100 m od sebe. Tento manévr byl umožněn díky radiomajáku umístěnému na věži a vysílači na vlnové délce 63 cm. Z kovových desek 1,2 × 2 metry byl vytvořen reflektor ve tvaru paraboly vysoké 90 cm. Ta nebyla stabilní, ale vychylovala se v intervalu 4 sekund o úhel 14 stupňů. Mezi dvěma svazky paprsků horizontálně polarizovanými vzniklo úzké pásmo ticha. Loď sledovala cestu v tomto pásmu, představující bezpečný směr a snažila se nevyjet vlevo nebo vpravo z tohoto úzkého kanálu. Dva indikátory pomáhaly udržovat směr. Vizuální, kterým byl galvanoměr s nulou uprostřed, ukazující odchylky lodí od správného směru, druhý indikátor byl akustický. Odchylky řízení dosahovaly 1 stupně, vlivem manévru na vzdálenost dvou mil. Tyto vynikající výsledky byly později využity a rozšířeny i do leteckého provozu.

Jistě úchvatný byl rozhlasový a televizní přijímač Marconiho společnosti na radio-technické výstavě v Londýně r. 1934. Byl ovládán hlasem. V paměti bylo uloženo za příslušnými filtry více než 100 jmen rozhlasových a několik televizních stanic. Stačilo vyslovit jméno stanice a ta se ozvala, nebo objevila na promítací desce. Při slově „stop“ a novém jméně se vše opakovalo. Marconiho společnost prohlásila, že jde jen o pokus, byť zdařilý, a že přijímače, poslouchající na slovo, se rozšíří až někdy v šedesátých letech.

Aktivita tohoto vědce byla jistě obdivuhodná. Guglielmo Marconi zemřel v roce 1937. Zpracováno podle knihy: D. E. Ravalico: „Divy a záhady rádiových vln“, Terst, 1934 a QSL vydávaných k výročí Marconiho.



# Z historie rozhlasové techniky

Ing. Jan Klabal

Odborně zaměřené články o bezdrátovém přenosu zpráv na dálku se u nás začínaly objevovat na přelomu století nejen v různých časopisech všeobecného zaměření, jako byl Světozor, Vesmír, Lumír, Věda a práce (později Vynálezy a pokroky), ale i v denním tisku. Stále častěji seznamovaly čtenáře s pokusy v jiskrové telegrafii, „mluvícím oblouku“, bezdrátovém přenosu kratších zpráv apod. Jiskrová telegrafie, využívající tlumených kmitů elektrického oblouku, detekovaná kohererem, později vakuovou diodou či „krystalem“, se slibně rozvíjela a začínala se uplatňovat i při přenosu kusých informací ve veřejném životě. Brzy nalezla své důležité postavení v námořní dopravě, kde není možné jiné spojení. Vrcholu rozkvětu dosáhla v období první světové války, kdy již pracovaly tisíce vysílačů a přijímacích stanic, které využívaly na vysílání straně buď jiskřičku nebo střídavý generátor s násobičem kmitočtu, případně Teslův transformátor. V poslední fázi svého rozkvětu se začalo pro telegrafní bezdrátový provoz používat i „tříelektrodových lamp elektronových“.

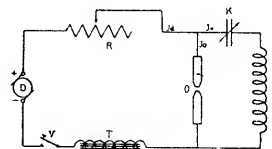
První jiskrové vysílače konstruované Herctzem, Marconim, Braunem, Popovem, Wienem a dalšími, měnily elektrickou energii jiskrou v tlumené elektromagnetické vlnění. Následně se začaly objevovat i vysílače netlumených kmitů vybuzených střídavými alternátory (obr. 1) a násobiči. Kmitočet však dosahoval jen několika desítek až stovek hertzů. Nejvýkonnější násobiče končily u 3 kHz. Účinnost takových vysílačů byla tedy nepatrná, stejně jako jejich dosah.

V říjnu 1906 oznámil dánský inženýr Valdemar Poulsen, že se mu podařilo získat netlumené oscilace při pokusech se „zpívající“ Duddellovou obloukovou lampou (obr. 2). Zdokonalené vysílače tohoto typu s chlazeným měděným jiskřičkám v plynné atmosféře dosahovaly výkonu až stovek kilowattů a oscilovaly na tehdejší dobu „nízkých“ vlnových délkách kolem 2000 metrů. Pro svůj obrovský dosah se rychle začaly rozšiřovat a využívat především v námořní kores-

pondenci. Poulsen později využil v oscilačním okruhu „tříelektrodovou“ žárovku (předchůdce triody; usměrňovací princip dvouelektrodové objevil Edison r. 1885) a podařil se mu přenos srozumitelného mluveného slova na vzdálenost 200 m (první pokusy s touto radiofonií konal již v r. 1904). Teprve však vynález triody (patent udělen 23. ledna 1908) americkým doktorem Lee de Forestem umožnil kvalitnější modulaci v kmitů. Audionová verze (detekce a zesílení) této triody objevená angličanem Flemingem (jako „vakuový ventil“ ještě před Forestem v r. 1904) zase umožnila zkvalitnit příjem a zvětšit dosah fónického přenosu. Díky vhodnějšímu umístění třetí elektrody (sítky) a hlavně dosažením velmi vysokého vakua, se triody (obr. 3) začaly rychle uplatňovat při bezdrátovém přenosu zpráv. Začalo se jich používat nejen jako výkonných zesilovačů a oscilátorů (v oscilátoru s elektronkou patentoval r. 1913 Němec Meissner) na vysílací

Valdemar Poulsen použil principu zpívající lampy Duddellovy a dosáhl netlumených oscilací o dostatečné frekvenci tím, že nechal uhlíky hořeti ve vodíkové atmosféře a v silném magnetickém poli.

Základní uspořádání lampy zobrazeno je v připojeném schématickém obrázku.



K obloukové lampě O, jež napájena jest stejnosměrným proudem z dynamy D přes tlumivku T, připojen jest paralelně kondenzátorový okruh sestávající z kondenzátoru K a samoodukce S.

Stejnoseměrným proudem nabíjí se kondenzátor, jenž se pak vybíjí přes oblouk.

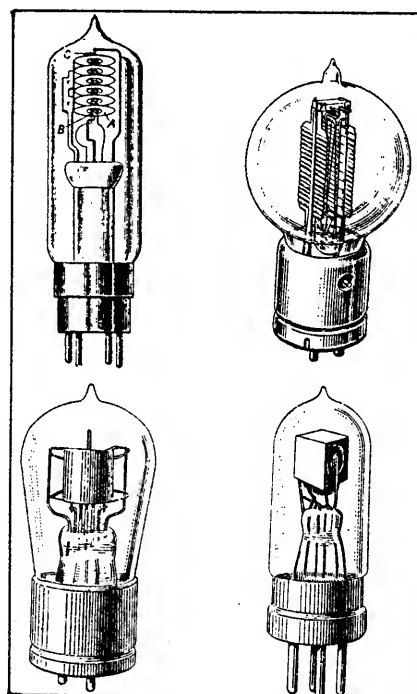
Oblouk píská vysokým tónem, jehož výška jest odvislá od veličin a kapacit okruhu kondenzátorového.

Kruhem probíhá střídavý proud velkého kmitočtu.

Odpor R slouží k regulaci napájecího proudu (as 400 V.).

Tlumivka T (se železným jádrem) zabraňuje vstupu proudu vysokofrekvenčního z uzavřeného kmitacího kruhu do kruhu napájecího.

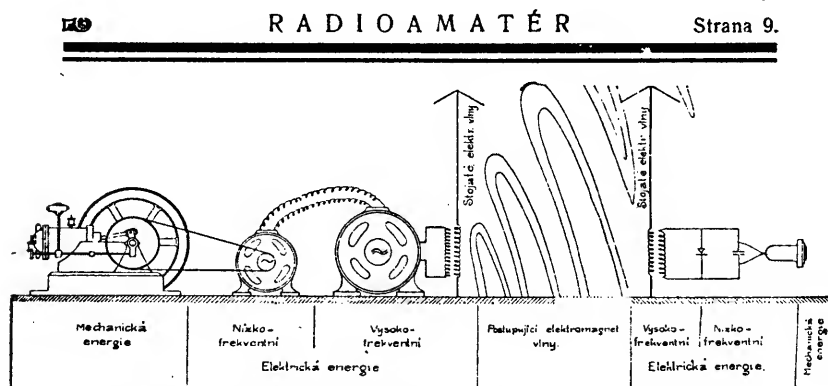
Obr. 2. Poulsenův oscilační obvod



Obr. 3. Uspořádání elektrod v prvních triodách

straně (obr. 4), ale i jako detektorů vysoké a zesilovačů nízké frekvence. O něco později i jako místního oscilátoru ke zlepšení příjmu netlumených kmitů záznějovou metodou (heterodyn-zpětnovazební oscilace – při příjmu telegrafních značek).

V průběhu druhého desetiletí se vinou válečné vrávy (1914–18) vývoj v Evropě poněkud zpomalil, Amerika se naopak rychle dostávala do popředí. V březnu 1920 se uskutečnil první fónický přenos z divadla „California“ v San Francisku pomocí vysílače o výkonu 250 wattů. Kvalitní signál byl zajištěn nejen použitím „elektronových lamp“, ale také již uplatněním zkušenosti, že při snímání orchestru či herců na jevišti musí být použit jediný mikrofon (úzce směrové mikrofony ještě nebyly známy). Zjistilo se již tehdy, že při více mikrofonech na jevišti

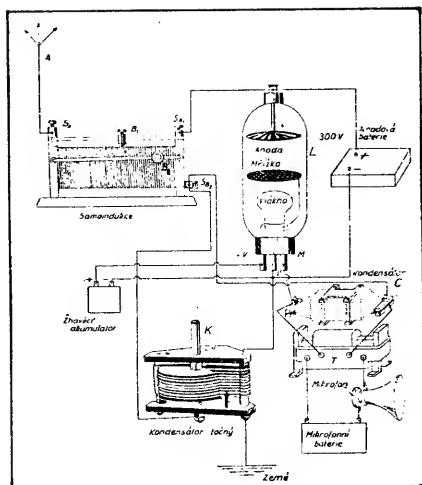


Při provozu mezi stanicí vysílací a přijímací mění užitá energie několikrát svoji podobu.

Ve stanicí vysílací mění se původní tepelná energie parního stroje nebo benzinového motoru v energii elektrickou nízké frekvence. Ta mění se v elektrickou energii vysoké frekvence. Nositelem této energie jest ether, pomyslná látka, vyplňující celý vesmír, který předává svou energii do antény stanicí přijímací. V přijímací mění se energie vysokofrekvenční v nízkofrekvenční a potom v energii mechanickou (psací stroj), akustickou (telefon), nebo světelnou (světelné signály). Pro zachycenou energii elektrickou nemáme totiž žádného smyslového orgánu, který by ji zjistil, měnime ji proto v energii vnímatelnou pro nás buď sluchem nebo zrakem.

Obr. 1. Mechanicky buzený vysílač netlumených kmitů





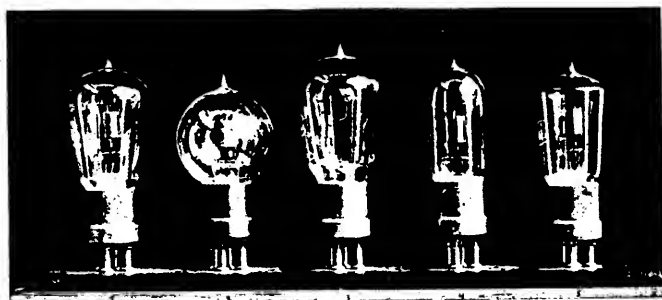
Obr. 4. Zapojení „radiotelefonní“ vysílací stanice

fázové zpoždění zvuků rozmístěných v různých vzdálenostech od několika vzájemně propojených mikrofonů reprodukcí orchestru značně zkresluje. Byl to vůbec první veřejný přenos rozhlasového vysílání. Brzy po něm, v listopadu toho roku, zahájila první pravidelné rozhlasové vysílání na světě stanice Westinghouse Electric Co v Pittsburgu (USA). Zahájila tím éru nového technického oboru – radiotechniky, který tak přešel z laboratorů do praktického využití veřejnosti.

Obr. 5. Výňatek z časopisu Nová Epocha (č. 7-8/1922). Různé typy „elektronových žárovek“ z továrny Elektra

W. Preccem byly předvedeny v Londýnské Royal Society a vystaveny na výstavě roku 1895, teprve však zdokonalením evakuačních metod v posledních letech staly se spolehlivými přístroji, k nimž praktice sahá stále častěji. Sestávají ze žhoutu vláknem, nalezájícího se ve vakuu. Vláknem to vysílá elektrony, jež dopadají na chladnou anodu. Elektrony pak nesou, jak známo, záporný náboj. Jelikož směr proudu označujeme dle kladného náboje, pravíme, že emise

Různé typy elektronových lamp z továrny „Elektra“: 1., 2., 4., 5., lampy přijímací, 3., lampy vysílací.



elektronů má za následek vznik proudu od anody ku katodě. Dokonalé vakuum zabraňuje eventuelnímu opačnému průchodu proudu, elektronová žárovka propouští proud pouze jedním směrem, usměrňuje. Při dobře konstruovaných elektronových žárovkách není pražďného zpětného proudu, usměrňování jest dokonalé.

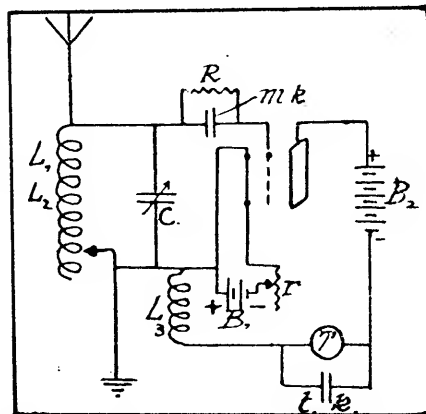
Jelikož takovými žárovkami lze usměrňovat napětí i stotisíců volt naprosto dokonale, vzrůstá se jejich upotřebení stále víc a více. Jsou užívány místo dřívějších synchronních rotačních usměrňovačů pro moderní roentgenologická zařízení, opatřují anodovým stejnosměrným proudem novodobé lampové vysílače pro bezdrátovou telegrafii a telefonii. V Americe dějí se pokusy, zavést mohutné elektronové žárovky do silnoproudé praxe, kterémuž cíli se General Electric vytvořením 100 KW elektronové žárovky velmi přiblížila.

V USA, necelé dva roky (v polovině r. 1922) od zahájení pravidelného broadcasting (rozhlasu) byly v činnosti již na 2 milióny přijímacích stanic, pro které vyrobilo více jak 12 tisíc specializovaných firem potřebné elektronky a součástky (obr. 5). Soukromých vysílacích stanic pracovalo v té době již na pět set. Přitom každý americký občan mohl vlastnit jak přijímací, tak i vysílací (do výkonu 0,5 kW) stanici. Programová nabídka většiny stanic již definitivně přešla od zpráv k zábavným, hudebním a populárně naučným pořadům, což nesporně napomáhalo i k rychlejšímu šíření všeobecné vzdělanosti i v odlehklých končinách země. K zájmu o příjem rozhlasového vysílání přispěly nejen úřady, které nekladly téměř žádné překážky, ale i mnohé instituce. Již v polovině roku 1922 byl např. v New Yorku první hotel (16 poschodí), ve kterém byly ve všech pokojích umístěny radiopřijímače pro hosty (a bez příplatku).

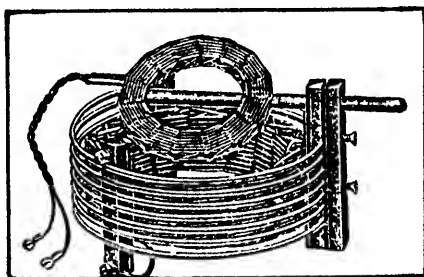
Rok po Američanech má také Anglie pravidelné vysílání londýnské BBC, po ní počátkem r. 1922 začali s vysíláním z Eiffelovky Francouzi a experimentuje „Deutsche Welle“ z Königwusterhausenu. U nás první pokusy s radiofonií začínají koncem roku 1922. K těmto experimentům byly propůjčovány radiotelegrafní vysílače v Kbelích u Prahy a v Poděbradech. Státní monopol drátové a bezdrátové telegrafie však zahmul i radiofonii, což tvrdě potlačilo radioamatérství. K této, svým způsobem zákonitě brzdě rychlejšího rozvoje, značně přispělo i usnesení z porady konané 2. prosince 1922 na ministerstvu pošt a telegrafů. Právilo se v něm: Bude zcela zakázáno zřizování a provoz amatérských radiostanic. Přijímací stanice radiotelegrafní a radiofonní budou ministerstvem pošt povolovány soukromníkům jen s podmínkou, že budou odebírány jen od určité, státem k tomu zmocněné a pod státní kontrolou jsoucí výrobky a prodejny (tč. výhradní monopol Radioslavie).

V březnu 1923 začala stanice ve Kbelích ve volném čase mezi radiotelegrafním provozem pokusně vysílat i koncerty. Společ-

perheterodynem, i když zatím obtížné laditelným. V zahraničních časopisech a publikacích z let 1922 až 24 lze nalézt řadu schémat různě zapojených „radioaparátů“. V červnu 1923 vzniká také u nás samostatný časopis Radioamatér, který však již od září 1922 vycházel jako příloha časopisu Nová Epocha. V prvním dvojčísle Radioamatéra lze vidět snad první u nás zveřejněné schéma jednoduchého „lampového“ přijímače (obr. 6). Elektronka zde ještě není zakresle-



Obr. 6. Jedno z prvních zapojení přijímače uveřejněné u nás



Obr. 7. Cívky ladícího a zpětnovazebního obvodu

na v oválu, ale jen samostatnými elektrodami. Jde o Armstrongův heterodyn, kde „lampa“ plní funkci v předzesilovači, detektoru a ní zesilovači. Zpětná vazba se nastavuje změnou indukční vazby mezi cívkami L3 a L1-L2. Jak se tato změna indukční vazby mechanicky řešila, ukazuje obr. 7. Z obrázku je patrné, že výroba cívek nebyla snadná, a také stabilita i nastavení bylo asi velmi špatné. Toto zapojení přijímače později doznalo řadu různých vylepšení.

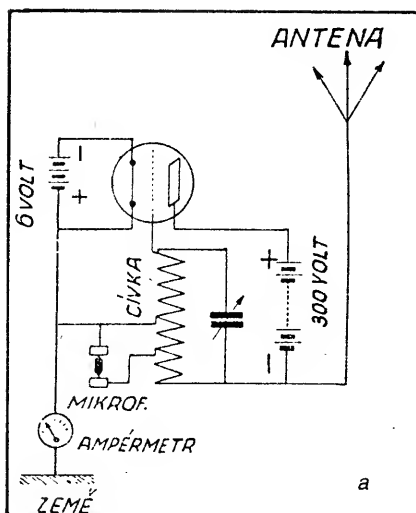
U nás ale úřady, především ministerstvo pošt a telegrafů i ministerstvo vnitra, rozhlasovému vysílání a příjmu příliš nepřáli. Bály se o svůj státní monopol na šíření informací. Vždyť majitelé rozhlasového přijímače by mohli poslouchat i telegrafní zprávy, což bylo podle zákona 4.60 Sb, odsouhlaseného národním shromážděním dne 23. března 1923, trestné. Tím mohli být majitelé nepřihlášeného přijímače označeni i za vlastizrádce. Přesto se v některých publikacích určených pro radioamatéry objevovaly i zapojení nejen přijímačů, ale i jednoduchých vysílačů malého výkonu (obr. 8 a, b). Jejich stavba však byla co nejpřísněji trestána.

Ještě počátkem r. 1924 bylo získání právoplatného povolení k provozu, byť jen přijímací radiofonní stanice, běžným občanem nemožné. Vsk se také do konce roku 1923 prodalo v Čechách jen 36 a na Moravě 11

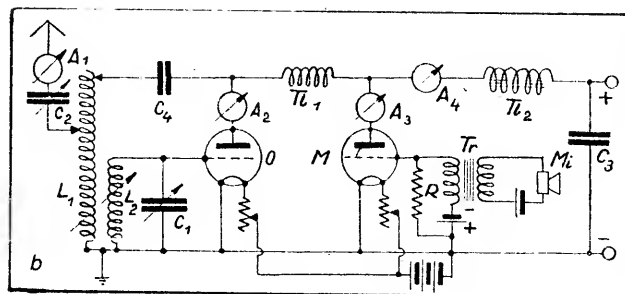
nost Radioslavie je v Praze zachycovala a veřejně předváděla na veletrhu a v kině Sanssouci (nyní menza v Opletalově ulici). 18. května 1923 začaly Kbely s pravidelným večerním vysíláním rozhlasových pořadů, rok po Londýnu. V Německu se v té době stále ještě experimentovalo.

Vývoj přijímačů pro poslech rozhlasu byl po prvních zdařilých pokusech s přenosem mluveného slova ve světě velmi rychlý a veden hned několika směry. Téměř paralelně se objevila různá řešení. Vedle detekce vakuovou diodou a krystalem tu byl audion, brzy se zpětnou vazbou a v předzesilovačem, k nim připojený nízkofrekvenční zesilovač. Američané již experimentovali se su-





Obr. 8. Schéma prvních jedno (a) a dvou (b) „lampových“ amatérských vysílačů pro fónický provoz



přijímačů Standart (z Radioslavie). A to pouze vysoce postaveným státním úředníkům. Stavba amatérských přijímačů byla bezvýhradně zakázána a za jakýkoli pokus hrozilo vězení.

Na toto nařízení doplatil i šéfredaktor již více jak rok vycházejícího časopisu Radioamatér, se kterým byl 16. února 1924 zahájen proces u zemského trestního soudu za nedovolené postavení a provozování přijímací stanice. Byl odsouzen k šesti týdnům tuhého vězení.

Přesto však byl rok 1924 rozhodujícím. Na jaře dostává Radio-Journal, ustavený již 7. června 1923 při společnosti Radioslavie, od ministerstva vnitra licenci na rozšiřování koncertů, přednášek a také burzovních a tiskových zpráv z vysílače ve Kbelích. Výnosem ze 14. května 1924 konečně stanovilo ministerstvo pošt a telegrafů poplatky za provoz přijímací stanice a způsob podávání žádosti o koncese. Jedním z prvních „obyčejných“ majitelů se stává 28. 7. 1924 velkostatkář, kníže dr. A. Schwarzenberg. Má právo za poplatek vlastnit a provozovat přijímací stanici.

V USA, aby co nejvíce podpořili rozvoj a modernizaci rozhlasu v široké veřejnosti, vypisovalo v té době ministerstvo obchodu (pod které tehdy rozhlas spadal), každoročně soutěž o nejzdařilejší amatérský přijímač. U nás první radiofonní výstavka v červnu 1924 v jedné z poslucháren české techniky v Praze měla ukázat, co už dovedeme. Bohužel, vedle francouzského a anglického průmyslu se zde „krčila“ jediná čs. firma Urania z Českého Brodu. V časopise Radioamatér si k tomu povzdychl ing. Štěpánek: „Tam tedy vede tzv. ochrana domácího průmyslu (rozuměj státní monopol), kterou byly oficiálně odůvodňovány krutosti a složitosti předpisů. Dva měsíce po uvolnění přijímacích koncesí nemáme na trhu nic původního a jsme zase jen odkázáni na výrobky cizí a drahé.“

Další náš vysílač Radio-Journalu zahájil provoz v září 1924 v Brně (vždy po 18 hod.) s rozhlasovými pořady a v lednu 1925 druhý rozhlasový vysílač v Čechách ve Strašnicích (0,5 kW na vlně 550 m). Finanční situace Radio-Journalu se však v té době stávala neutěšenou. Firma Baťa se snažila pomoci, ale nakonec se „rozhoukala“ vláda a vstoupila do společnosti s 51 % kapitálu. To konečně umožnilo rychlejší rozvoj rozhlasu. Byl nejvyšší čas. Vždyť v té době na počátku

roku 1925 již měla Anglie přes milión posluchačů „broadcastingu“, Německo tři čtvrtě milionu, Rakousko přes 100 tisíc a Československo jen 1500. Navíc se nedal sehnat levnější přijímač, což byl důsledek předchozí státní monopolizace, včetně těžkopádnosti při povolování koncesí na přijímací stanici. V dubnu však povolil, pod tlakem zájmu o příjem rozhlasu, dosavadní byrokratický aparát ministerstva pošt a telegrafů a žádosti o koncese začaly vyřizovat místní poštovní úřady. Tím se konečně i u nás mohl rozhlas začít masově šířit a také výrobci součástek a přijímačů rapidně zvyšovali svoji produkci. Na konci r. 1925 byl počet posluchačů rozhlasu desetkrát vyšší než na jeho počátku. A již opravdu rozhlas, neboť tento nový název pro původní „čs. broadcasting“ se už také začal plně uplatňovat.

Amatérská stavba přijímačů (i na jejich provozování musela být koncese) si rovněž získávala stále více zájemců. Jednak ze

záliby v nově se rodícím oboru, jednak i proto, že na trhu byl přetrvávající nedostatek levných přijímačů. Vzrůstal zájem o návody na jejich stavbu. Malý formát časopisu Radioamatér již nevyhovoval. Od ing. Franty Štěpánka jej odkoupila akciová společnost Orbis. Časopis změnil formát na A4, zvětšil se i počet stran a celková úprava. Štěpánek byl ještě nějaký čas v jeho vedení, ale pak svůj zájem soustředil na výrobu a prodej radiosoučástek a přijímačů. Byla to také doba, kdy se objevovaly i jiné časopisy, které se věnovaly popularizaci rádia a zveřejňování návodů, ale žádný z nich neměl delšího trvání. Radioamatér (obr. 9) však zůstával. Snad i proto, že právě svým jednoznačně pojatým názvem a obsahovým zaměřením převážně na konstrukce a stavební návody přesně vymezoval okruh své působnosti.

Poválečný americký předstih před Evropou také brzy ukázal potřebu rozčlenit kmitočty podle použití a služeb. Již v dubnu



Obr. 9. Titulní stránka časopisu Radioamatér z roku 1927

1922 řeší Washingtonská radiotelefonní konference obrovský „chaos ve vzduchu“ a jedná „o návrhu doporučení vhodného zákona a rozdělení kmitočtů pro vysílače vln tlumených (telegrafie) a netlumených – tónových“ (s modulací). Doporučuje rozředit kmitočty na jednotlivá pásma a ty pak přidělit různým službám, státním institucím, stanicím veřejným, vzdělávacím, obchodním a pro soukromé vysílání rovněž vyhradit určité pásmo kmitočtů. Dále doporučila přidělovat (propůjčovat) licence se zřetelem na přednostní pořadí, délku vlny, přípustný výkon v mezích předpisů pro danou službu a účelnost pro veřejnost. Státní, lodní, pevninské a další služby včetně rozhlasových měly používat pásem nad 275 metrů, radioamatérskému provozu bylo doporučeno přidělit pásmo pod vlnovou délkou 150 metrů. Tato doporučení pak byla s různými doplňky, úpravami i omezením postupně přijímána i evropskými státy.

U nás to byly jen zákazy a více méně státní monopol, reprezentovaný společností Radio-Journal. Ta se k otázce účelné organizace vyjádřila ve svém časopise (stejněho názvu) v článku Úkoly Radio-Journalu následovně:

*Ukázalo se, že jako v provozu na souši nebo na moři je potřeba určitý pořádek i „ve vzduchu“, že radiotelefonie úplně uvolněná značí nebezpečný chaos, který může mít neblahé následky pro celou veřejnou službu radiotelefonickou. K tomu poznání přišli i v Americe, kde radiotelefonii otevřelo se volné pole a kde snad vláda dodatečně snaží se přivést do správných kolejí to, co během doby vymklo se jí úplně z ruky. A právě na základě těchto zkušeností přistupují evropské státy k vybudování radiotelefonické služby opatrněji, snaží se jí dát určité směrnice, aniž by chtěly bránit jejímu rozvoji, zaručit nerušený provoz státních stanic a poskytnout občanstvu výhod radiotelefonie v míře, která by neohrožovala zájmy státu a vyhovovala plně potřebám veřejnosti.*

Také u nás v Československu, snaží se vláda o to, aby radiotelefonie vyšla hned na počátku pravé cesty a aby tato stanula na pevných základech, které by zaručovaly její zdárný rozvoj v budoucnosti. Jde tu nejen o to, aby zájmy státu byly chráněny, ale i o to, aby radio nezvrhlo se na pouhou „švandu“, nýbrž postavilo se do služeb kultury, umění, lidovýchovy a praktického života. Jde tu o to, aby vše, co se rádiem bude vysílati, mělo svůj účel a svoji určitou úroveň, aby český „broadcasting“, jak se vysílání koncertů, přednášek a zpráv v Americe nazývá, odpovídal tradicím našeho uměleckého vývoje a zapadl úspěšně do rámce našeho veřejného života.

A to jsou právě úkoly „Radio-Journalu“, který vznikl po pečlivých přípravách a předběžném studiu poměrů amerických a jiných v místě samém z popudu Spolku českých žurnalistů v Praze a který soustředil řadu osvědčených pracovníků. „Radio-Journal“ první v naší republice zahájil pravidelnou službu vysílací ze stát. stanice ve Kbelích, ministerstvem pošt a tel. mu propůjčené a pokouší se organizovati radiotelefonickou službu tak, aby vyhovovala požadavkům doby. Chce, aby radio došlo u nás co největšího rozšíření a aby jeho vysílané programy mohly nejen soutěžit s cizinou, ale aby měly i svůj vlastní ráz a odpovídaly našim odlišným poměrům domácím. Aby této dosáhl,

zajistil si spolupráci nejvýznamnějších korporací osvětových, vědeckých i hospodářských, s nimiž ruku v ruce chce řešiti problémy československého radia.

Radio-Journal se tak stal naší první institucí, která začala se systematickým rozšiřováním a budováním čs. státního rozhlasového vysílání.

Že se ve druhé polovině dvacátých let začal rozhlas velmi rychle rozvíjet i u nás, podal pádný důkaz i l. celostátní den rozhlasu (viz obr. 17). Symbolicky u nás uzavřel období prosazování rozhlasu jakožto společensky prospěšné technické vymoženosti a zároveň otevřel cestu k jeho všeobecnému rozšíření a využití.

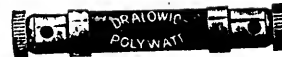
### Konstrukční počátky radiotechniky

Obvody přijímačů jiskrového vysílání tlumených (doznívajících) kmitů pro telegrafii nevyžadovaly ve své základní podobě klasické elektronické prvky. Vystačilo se s kohererem (železné piliny ve skleněné trubičce) a Wagnerovým kladivkem (bzučák). Jakmile se však začaly prosazovat vysílače netlumených kmitů, situace se změnila. Kromě detektce nosné (netlumené) vlny bylo nutno zajistit, aby její usměrněná složka přenášela i slyšitelný zvuk. Modulace amplitudy nosného kmitočtu nízkofrekvenčním signálem a její demodulace však již vyžadovala zapojit ve vysílači i v přijímači vhodné elektronické prvky a obvody. Mimo „lampových“ a krystalových diod, které již patřily k prvním rádiovým součástkám, vytvořil skutečný základ radiotechniky teprve první aktivní (zesilovací) prvek – trioda. Pro svoji činnost však vyžadovala separaci střídavého napětí (modulaci) od pracovního stejnosměrného napětí. To uměl v té době již známý, ale rozměrný kondenzátor. Rovněž nastavení vhodného stejnosměrného předpětí či „práce“ triody do zátěže včetně impedanceního přizpůsobení obvodů zase vyžadovaly odporovou, případně indukční (transformátorovou) vazbu. Přeladitelnost vstupních obvodů přijímače na libovolnou stanici se neobešla bez laděného obvodu s proměnným rezonančním kmitočtem. To zajistilo skokové odbočky na vzduchové válcové

cívce a plynulé ladění deskovým kondenzátorem s proměnnou kapacitou. I tyto stavební prvky známe již dříve byly značně rozměrné (jejich miniaturizace trvá dodnes). Také vzájemné propojování jednotlivých součástek tak, aby nevznikaly přechodové odpory, se řešilo několik let. Pájení cinem bylo sice známé klempířům, ale vyrábět součástky s drátovými vývody a ty pak spojovat cinovou pájkou se začalo uplatňovat až koncem dvacátých let. Proto téměř celé toto desetiletí (ale i později) měly rezistory i kondenzátory vývody buď na svorky nebo očka pod šroubky (obr. 10).



a



b



c

Obr. 10. Rezistory s mechanickým upevněním: a) pod maticí; b) šroubové svorky; c) svorky nebo pájení či mechanické seřízení proudního vodiče

Až do začátku třicátých let se zájem konstruktérů i výrobců přijímačů zaměřoval hlavně na vylepšování citlivosti, selektivity a zesílení přijímaného signálu. Velikost použitých součástek nebyla rozhodujícím kritériem. Cívky vstupních obvodů se vyráběly rozměrné, vinuté křížové nebo jako válcové či voštinové (obr. 11). Dosahovalo se tím s menší mezizávitovou kapacitou (snižuje přeladitelnost) co největší indukčností, velké jakosti i vyhovující přeladitelnosti s daným ladicím kondenzátorem. Účinky železného jádra na zlepšení jakosti indukčnosti při střídavém proudu byly sice známe, ale ve vysokofrekvenční energii se tyto poznatky neuplatnily. Teprve využití chemicky a mechanicky upraveného oxidu železa pod označením ferocart umožnilo v první polovině třicátých let změnit cívky ladicích obvodů. Použitím ferocartových jader (obr. 12) se nejen

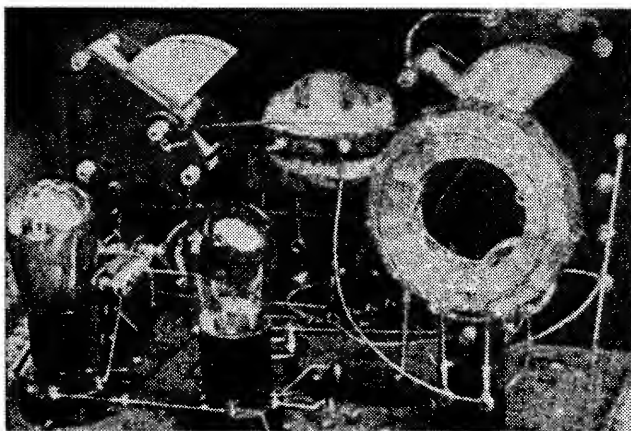
**Nejvhodnější dárkem k Mikulášu**  
a Ježíšku jest  
**nejvýkonnější americký šestilampový Solodyn**  
**PIERCE AIRO**



Obdíte v každém lepším radiozávodě  
nebo přímo u ty:

**PRAGARADIO**  
Inž. R. PAZDERKA  
PRAHA II., Křemencova 8.  
Vyzádejte si bližší popis a rozpočet.

Obr. 11. a) Koncem roku 1927 se u nás objevila nabídka nejnovějších amerických tříobvodových přijímačů s voštinové vinutými cívkami



Obr. 11. b) válková cívka v kovovém stínícím krytu

c) amatérský zpětnovazební přijímač se dvěma samostatně laděnými obvody a zpětnou vazbou řízenou v té době velmi používanou proměnnou indukčností (variokopler)



Obr. 12. Ferocartové cívky a hrníčková jádra

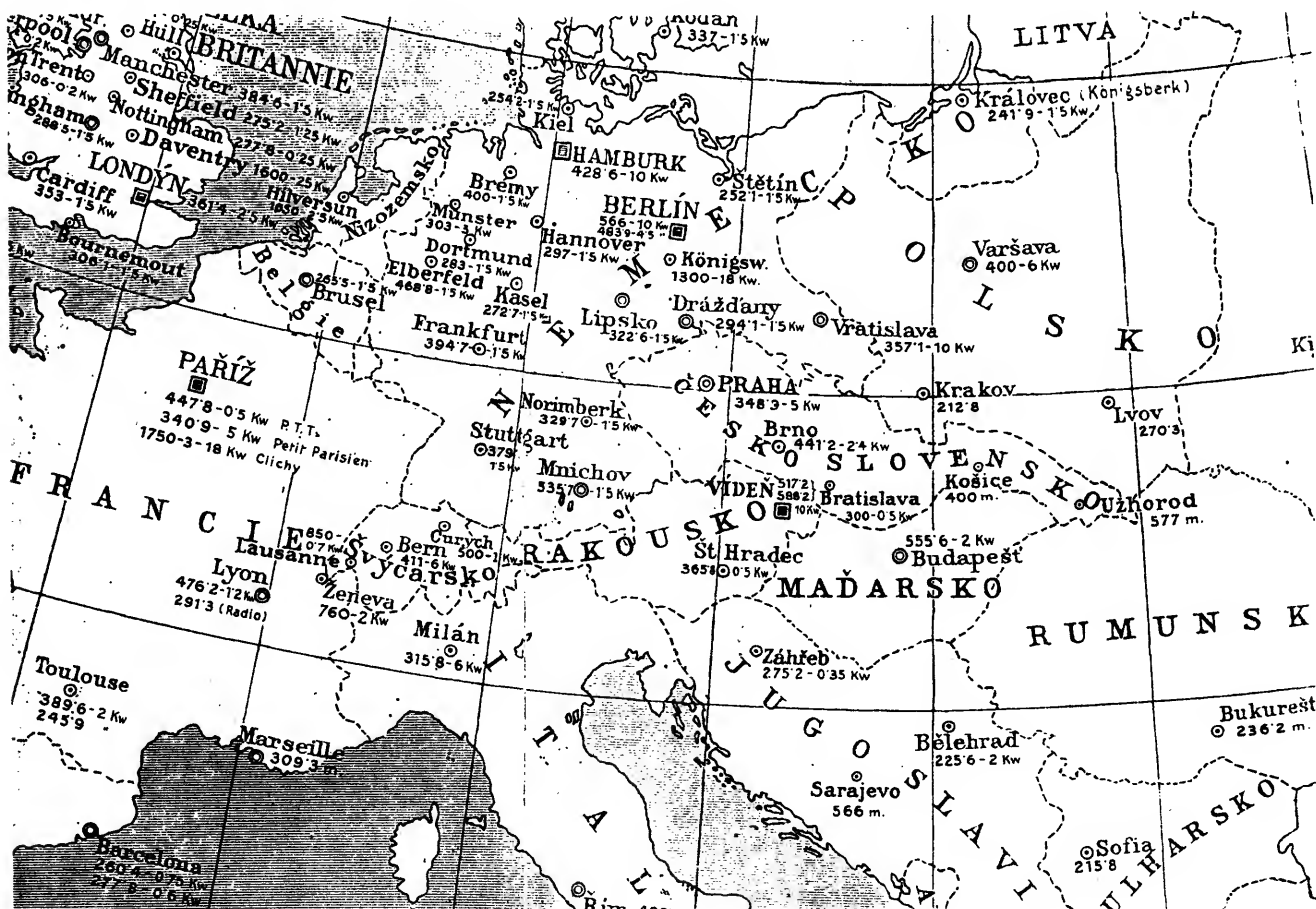
obvodů. Rozhlasové vysíláče „rostly jako houby po dešti“ a jejich vyzářený výkon se neustále zvětšoval. V oblastech značně „zaplněného éteru“ již mohl přímозesilující přijí-

mač s malou selektivitou reprodukovat bez rušení pouze místní rozhlasovou stanici.

Vzájemné rušení vysíláčů v přijímaném signálu se američtí i evropští konstruktéři přijímačů snažili potlačit dvěma rozdílnými způsoby. V Evropě, kde byly silnější vysíláče od sebe vzdáleny dostatečně daleko a ponějvíce jen u hlavních měst, jak je vidět z mapky na obr. 13 z roku 1925, se vystačilo ještě na počátku třicátých let jen s přímозesilujícími a tedy širokopásmovými laděnými obvody. Jejich nespornou výhodou bylo, že přenášely bez „ořezání“ celé modulační spektrum kmitočtů a tak v blízkém okolí vysíláče bylo možno poslouchat kvalitní (kmitočtové) reprodukci vysílaných hudebních pořadů. V Americe (USA), kde již od poloviny dvacátých let značně vzrůstal počet soukromých vysíláčů i v nevelké vzdálenosti

od sebe, bylo nutno hledat cestu největší selektivity v superhetovém zapojení a to i za cenu snížení kvality přenášeného signálu. V časopisu Radioamatér (9/1932) k tomu píše ing. Frant. Štěpánek: *Evropští konstruktéři, kteří mají nesporně pro výkon přijímače po stránce kvalitní hudební lepší evropský sluch než konstruktéři američtí, snažili se proto superheterodynům vyhnouti a voliti k získání selektivity cestu přímou. Ukázalo se, že podstatně lze zvýšiti výkon přijímačů zavedením vskutku bezetrátových okruhů ladicích, při čemž nebylo potřeba tolika lamp jako dříve.*

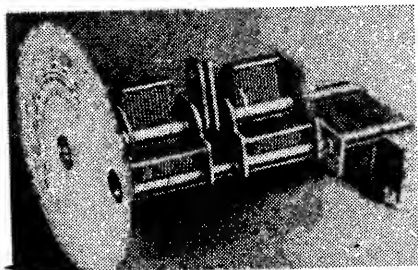
Obr. 13. Mapa vysílacích stanic ve střední Evropě v r. 1925



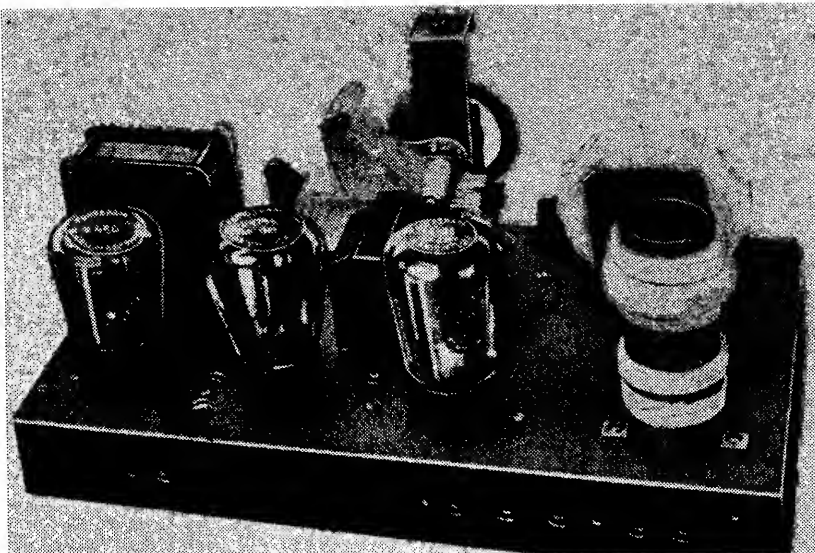


## Přímozesilující přijímače

V polovině dvacátých let se objevují první „dvouokruhové“ neboli se dvěma samostatně laděnými obvody, později pro zvýšení selektivity a citlivosti dokonce i více obvodové přijímače (obr. 14). Naladit však takový přijímač třemi samostatnými ladícími kondenzátory na slabší stanici bylo velmi pracné, ale pásmo přenesených kmitočtů nebylo zúžené. Pro usnadnění souběhu při ladění několika obvodů se brzy objevily vedle sebe spřažené ladící kondenzátory. Neměly však delšího trvání. Na přelomu desetiletí se u nás začal prodávat americký otočný dvojitý kondenzátor 2 × 500 pF za sebou na společné hřídeli (obr. 15). Brzy nato se začaly vyrábět kondenzátory v provedení 3 × 500 pF (triály). Díky tomuto zjednodušenému ladění se na trhu i v návodech na stavbu objevila řada dražších přijímačů s přímým zesílením v signálu od různých firem, ve kterých již byly použity cívky s ferocartovými jádry a dvojitým nebo trojitým ladícím kondenzátorem. Tyto přijímače, díky kvalitní části, s „vysokoohmovým amplionem“ a vhodnou ozvučnicí (skříňkou) měly velmi příjemnou reprodukci, vyhovující selektivitu i citlivost.



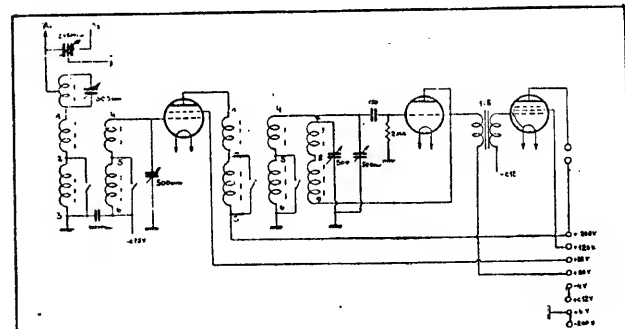
Obr. 15. Americký dvojitý kondenzátor z počátku třicátých let v miniaturizovaném provedení



Obr. 16. Výkonná zpětnovazební třílampovka

K levnějším typům přijímačů patřily kromě krystalek s ní zesilovačem hlavně „dvoulampové radioaparáty“ se zpětnou vazbou (obr. 16). Byly jednoduché svým zapojením a cenově nenáročné na součástky. Při ladění slabších stanic se však velmi často stávalo, že se přijímač rozpísal při nasazení oscilací „přetažením“ zpětné vazby. To by při ladění tolik nevadilo, ale bohužel s připojenou vnější anténou se takto kmitající přijímač stal vysílačem, který touto nepřijemnou modulací „obšťastňoval“ okolní rozhlasové posluchače. Řada výrobců zařazovala v předzesilovací stupeň i proto, aby do značné míry potlačil tuto vyzařovací schopnost rozkmitaného přijímače. V této úpravě dosahovaly přijímače velmi dobré selektivity citlivosti a díky příjemné reprodukci prodejné soutěží se superhety ještě ve čtyřicátých letech.

K desátému výročí rozhlasového vysílání u nás se v Pardubicích konal i první celostátní den rozhlasu. V časopisu Radioamatér byl k jeho zahájení článek (obr. 17), z něž je patrné, že tato nová technická vymoženost umožňující šířit osvětu a kulturu ještě ani zdaleka neměla úplně uvolněnou cestu k posluchačům.



tak dobře známé a osvědčené. Není to jen „nějaká“ třílampovka, nýbrž vyzkoušený a stále zdokonalovaný typ. Cívky Duo jsou v anténě a na detekci stejné, jen je v anténě cívce prostě vy-

nové skály, která není příliš drahá a dovoluje snadnou montáž a umístění velkého počtu stanic při pěkném vzhledu. Jinak veškerá data jsou na schématu a montážním plánu a fotografie ukazují



necháno reakční vinuli nezapojené. Odladovač je rovněž ferocartový. Použije-li se čtyřvoltage lamp, hodí se na první

celkové provedení aparátu. Doporučuji použít dobrého permanentního dynamiku, který dá reprodukci plastickou a čistou.

Obr. 14. Část stránky s návodem na stavbu stolní bateriové trojlampovky se třemi samostatně laděnými obvody, odladovačem a přizpůsobovací, proměnnou, protíníkovou vazbou, při připojení dvou od sebe vzdálených venkovních antén

Obr. 17. Část stránky z časopisu Radioamatér upozorňující nejen na Den rozhlasu, ale propagující i osvětovou činnost Radiojournalu a skrytou reklamou upozorňující na kvalitu nejnovějšího přijímače Philips 930



### PROGRAM SJEZDU V PARDUBICÍCH.

Sobota 19. září:

Zahájení s radiotechnickými vymoženostmi. — 20.30 Společný poslech vzorného rozhlasového večera. — Předporady komisi svazů.

Neděle 20. září:

Valné sjezdy a porady radiových svazů. — Dorozumivací schůze SKEČ, a KVAC. — 10.30 Ministr pošt dr. Franke zahajuje manifestační schůzi. — Následují tři přednášky a usnesení resoluce. — 13.00 Společný oběd. — Následují zábavné demonstrace radiotechnického pokroku na výstavišti a styk letadla se zemí. — 20.00 Promítání radiofilmu.

NECHT KAŽDÝ POSLUCHAČ ROZHLASU ZISKÁ ALESPON JEDNOHO DALŠÍHO ÚČASTNÍKA ROZHLASU.

K 1. celostátnímu dni rozhlasu dne 20. září 1931.

Od 1. celostátního dne rozhlasu dělá nás již jenom několik dní. 20. září sejdou a sjedou se do Pardubic posluchači rozhlasu, aby manifestovali za práva rozhlasu a zejména jeho právní ochranu. Tento den bude zároveň po celé republice věnován rozhlasu, jakožto nejmodernějšímu kulturnímu apoštolu. Radiové i osvětové organizace zasvětily 20. září úsilí své propagaci vznešené myšlenky rozhlasu. Jejich snahou je zpřístupnit tuto jedinečnou vymoženost 20. věku co nejširší veřejnosti. Kdo sám poznal dobrodiní radia pochopí, o co přicházejí ti, kdož zůstávají z neinformovanosti či neuvědomělosti mimo oblast radia. Osvětové, kulturní i tělocvičné spolky budou razit vítěznou cestu rozhlasu. Zijeme právě v době velikého ruchu v československém rozhlase. Celostátní vysílání u Liblic, největší toho času v Evropě, zahajuje svůj provoz. Také monumentální budova rozhlasu, kde budou všechna studia a kanceláře Radiojournalu, chýlí se svému dokončení. Je ovšem nasnadě, že propagační den rozhlasu může se setkat s plným zdarem pouze tehdy, jestliže také obchod a radioprůmysl splní svoji povinnost a dá na trh přijímač, jenž by svojí kvalitou i cenou umožnil velké zpopularisování radia. Nutno s povděkem konstatovat, že jest to opět známá firma Philips, která splňuje všechna naše očekávání. Tato firma dává totiž do prodeje právě přijímač Philips 930, síťovou třílampovku s vestavěným reproduktorem. Obsluha přístroje je velmi jednoduchá. Přijímač je velmi citlivý a snadno vyladí cizí vysílání i když domácí stanice pracuje. Philipsův přijímač má osvětlenou ladící stupnici. Pouzdro přístroje je ze speciálního materiálu arbolite. Zpětná vazba je provedena pečlivě: cívka je uložena v ložisku z novotexu, které umožňuje pravidelné a lehké otáčení.

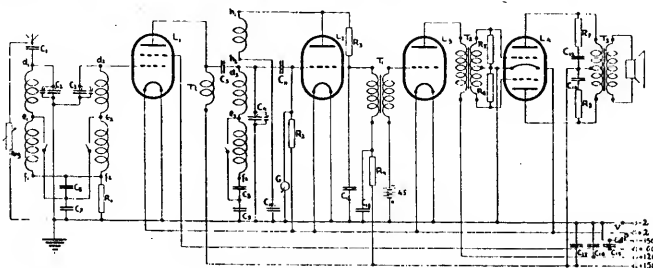


## SONORA B-35

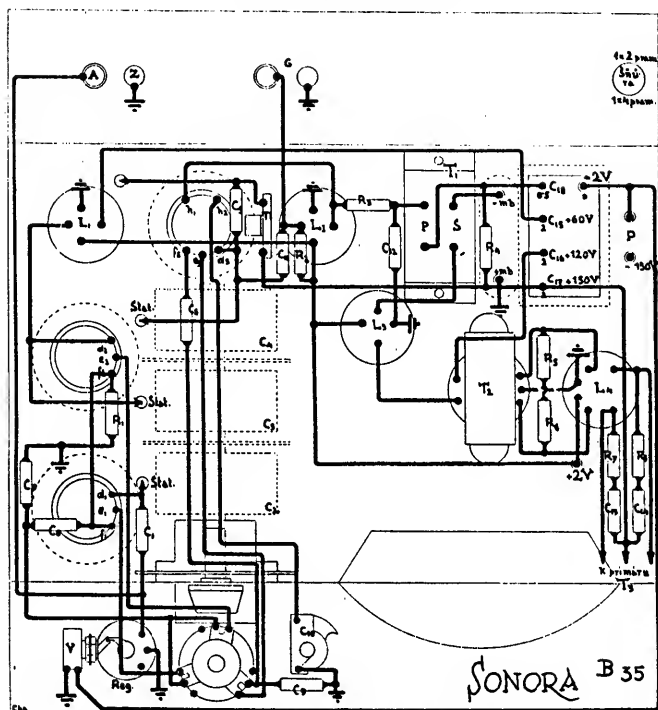
Ctyřlampový, tříokruhový  
bateriový úsporný přijímač  
s pásmovým filtrem, dynami-  
kem a rozsahem 200–2000 m

Pře ing. E. Chalupa

Pohled na zmontované chassis.



Teoretické schéma Sonory B-35.



Pracovní plán Sonory B-35.

Obr. 18. Oblíbený amatérský přijímač druhé poloviny třicátých let

Střední cenovou i jakostní třídu v radioamatérské tvorbě druhé poloviny třicátých let zastupoval bateriový přijímač Sonora B-35 (obr. 18). Byl to přímozesilující tříokruhový přijímač pro střední a dlouhé vlny a přesto, že byl provozně dražší než přístroje síťové (cena baterií byla i tehdy značná), byl velmi oblíbený i jako „stolní“ přijímač. Pásmový laděný filtr ve vstupním obvodu zajišťoval dokonalou selektivitu. Přijímač patřil ke špičkovým amatérským výrobkům té doby s určením hlavně do míst bez síťového rozvodu. Řízení hlasitosti bylo řešeno neběžným zapojením regulací úrovně signálu z antény potenciometrem Reg – viz schéma na obr. 18. Výkonový stupeň byl již zapojen jako dvojitý s dvojitou koncovou triodou.

### Superheterodyn

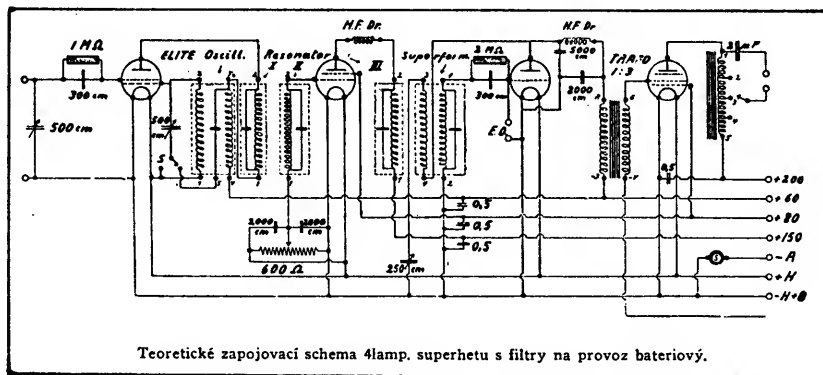
Američané šli již od druhé poloviny dvacátých let cestou vývoje a výroby úzkopásmo-

vých superheterodynů (obr. 19). Včas zjistili, že jedině několikasupňový selektivně laděný zesilovač s pevně nastavenými pásmovými filtry může zajistit dobré potlačení rušivých signálů a přenést ve vyhovující kvalitě signál i slabší vyladěné stanice. To, že superhet přenáší jen omezené pásmo kmitočtů do 4,5 kHz se ozečelo s tím, že jde o menší nečnost přijímače než je vzájemné rušení přijímaných stanic.

Kolem poloviny třicátých let se také v Evropě a tím postupně i u nás začínají superhety na trhu stále více prosazovat. Základní problém s nastavením souběhu, tedy kompenzace posuvu ladění oscilátorového kmitočtu o mezifrekvenční kmitočet oproti kmitočtu přijímanému, se brzy vyřešil. Nejprve použitím dvojitého ladícího kondenzátoru a pevného, v sérii s vinutím oscilátoru zapojeného tzv. paddingového kondenzátoru, později rozdílným tvarováním desek statoru a rotoru obou sekcí duálu. Obsluha přijímače se tak stala snadnou i pro úplné laiky, zůstala jen otázka přesného sladěni pásmových propustí. To však již byla záležitost jen výrobce a jeho přístrojového vybavení. Kteří si pospíšili, konkurenční boj vyhráli. Superheterodyn se koncem třicátých let stal, i když zatím luxusním, ale přece jen vítězným zapojením přijímače.

Obvodové řešení příjmu amplitudově modulovaných signálů tak dosáhlo svého vrcholu. Špičkové superhety měly z funkčního hlediska veškerý komfort, téměř takový, jaký známe i u jejich současného provedení. Kromě víceobvodového ladění, velké citlivosti (na kus drátu množství stanic), selektivity a solidního hudebního výkonu, můžeme u nejdražších provedení: vidět indikátor vyladění (ručkové měřidlo, magické oko aj.), zapojit tiché ladění, či vyzkoušet předvolbu stanic. Ta byla mechanická, pákovým převodem se přestavoval rotor ladícího kondenzátoru. Regulovatelná tónová clona a přepínač vlnových rozsahů od 15 do 2000 metrů byl samozřejmostí. Pouze velká spotřeba proudu (pohybující se u některých výrobků až nad 100 W příkonu) byla nevýhodná a spolu s vysokou cenou přijímače a s koncesními poplatky citelně prodražovala poslech.

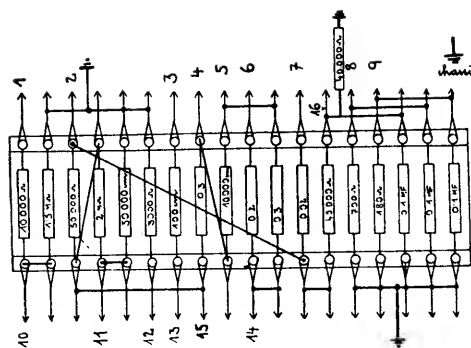
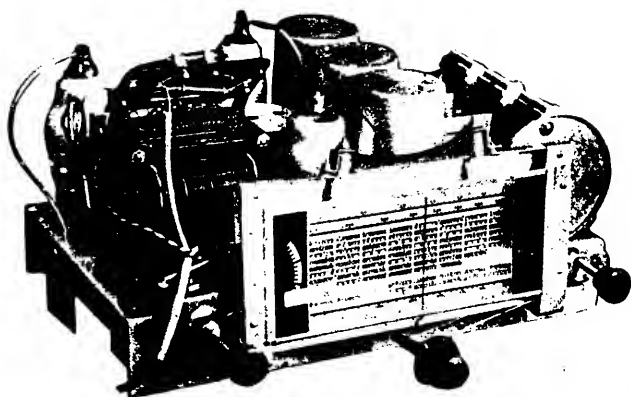
Vrcholem amatérské konstrukce superhetu té doby byl i návod na stavbu superhetu Havaj, uveřejněný v jarním čísle (1935) časopisu Radio-Laboratoř. Trojitý ladící kondenzátor, ručkový ukazatel vyladění, velká citlivost, komplikované zapojení (obr. 20) ukazují na technickou vyspělost našich tehdejších majetnějších radioamatérů.



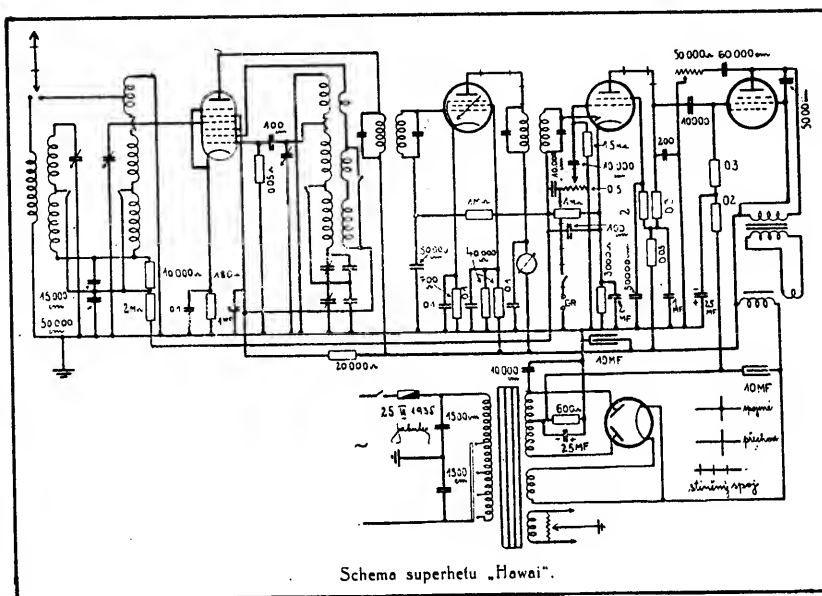
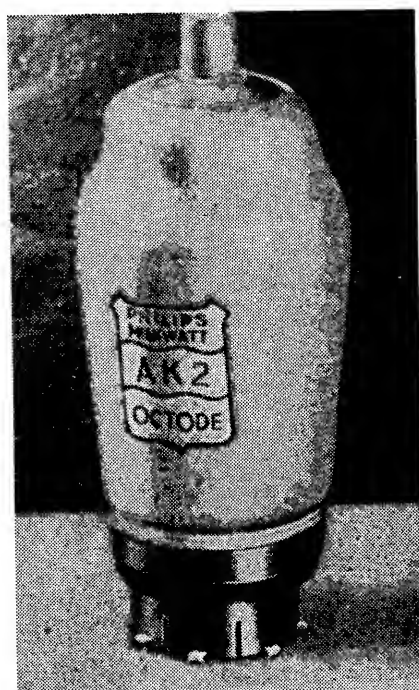
Teoretické zapojovací schéma 4lamp. superhetu s filtry na provoz bateriový.

Obr. 19. Teoretické zapojení amerického superhetu z r. 1924

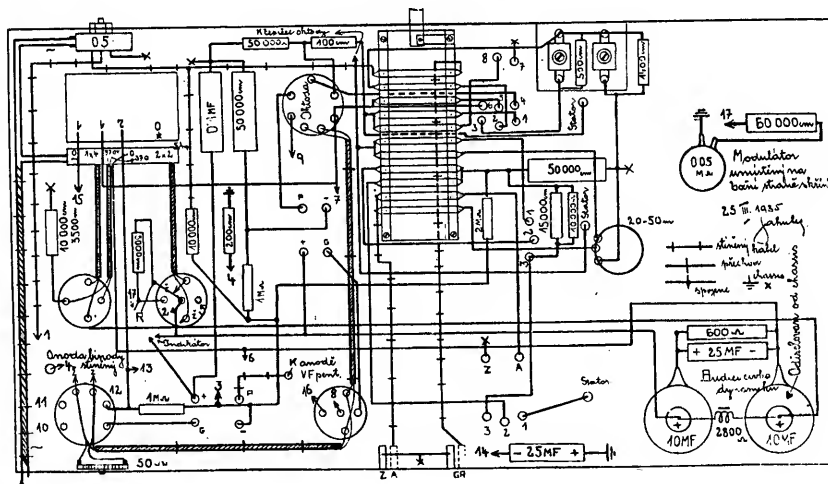




Obr. 20. Amatérský luxusní superhet Hawaii (cena součástek v r. 1935 přesahovala částku 2000 Kč); schéma, montážní plánek, deska rezistorů (předchůdce desky s plošnými spoji); vstupní oktoda a její vnitřní uspořádání



Schema superhetu „Hawaii“.

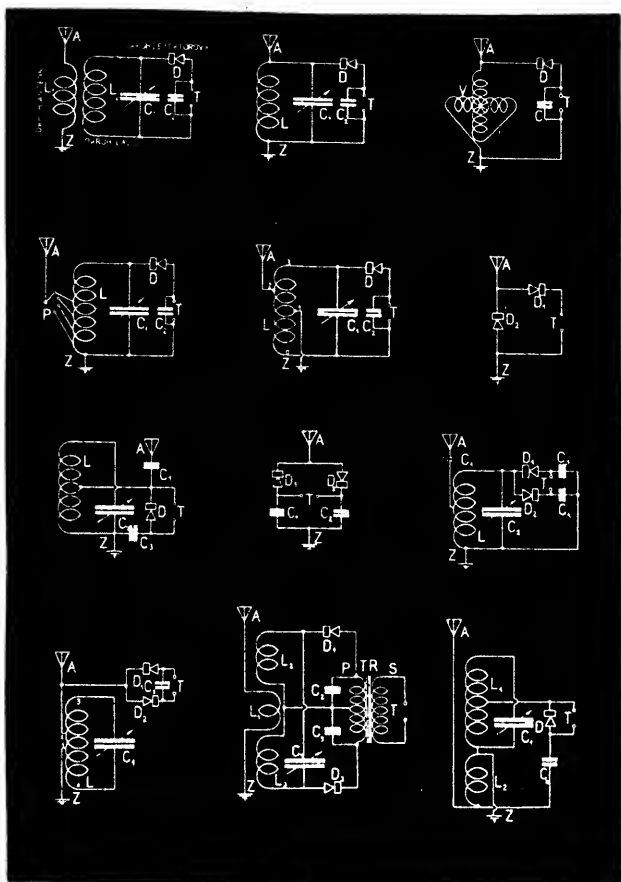


### První polovodičová dioda

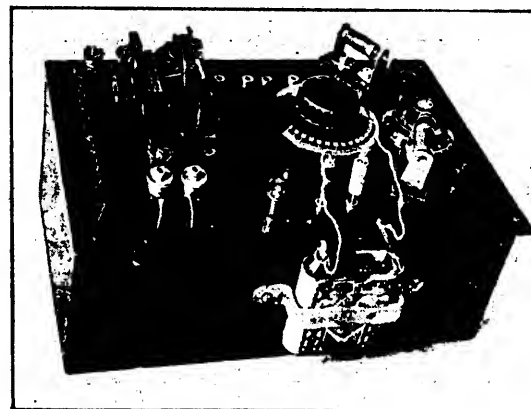
Chudší posluchači rozhlasu a radioamatéři se však stále rádi vraceli (i o mnoho let později) k jednodušší zapojeným přijímačům. Dokonce i stavba krystalek (obr. 21) a jejich prodej znovu mírně ožila v polovině třicátých let, kdy se na trhu objevil první polovodičový prvek – vf dioda. Dávno předtím už sice byly známy usměrňovací účinky oxidu mědi, selenu, „karborunda“ (křemík) a některých dalších prvků, ale pro velkou kapacitu přechodu, přes kterou v energii procházela beze ztrát oběma směry, byly tyto polovodiče k detekci nepoužitelné. Na začátku třicátých let se však podařilo problém vyřešit a na světě byla první pevná polovodičová vf dioda – detektor s názvem

Westektor – výrobek firmy Westinghouse. Cena diody však byla značná, proto se příliš neujala, i když byla dána do prodeje v jedno i dvojcestném provedení. Koncem první poloviny třicátých let však již přichází i na náš trh upravená a relativně levná (33 Kč) vf dioda o délce 33 mm a průměru 5 mm, pod označením Fadet (později Sirutor, sestavený z pěti selenových destiček o průměru 1 mm a přítláčné pružinky). V propustném směru měla dioda odpor kolem 4 kΩ, v závěrném přes 1,5 MΩ, kapacitu asi 30 pF. U krystalek podstatně zjednodušila obsluhu, u superhetů se jí začalo používat kromě detekce i k získání napětí pro automatické řízení citlivosti (AVC) vstupních obvodů.

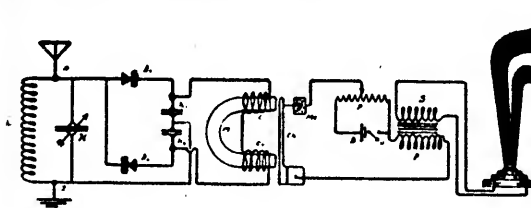
Důvodem k přetrvávání některých výrobců u jednoduchých přijímačů byla kromě



Obr. 21. Různá složitá zapojení „krystalek“, které v prvních i pozdějších letech rozhlasu vznikaly s nastavitelnými detektory a později i polovodičovými diodami

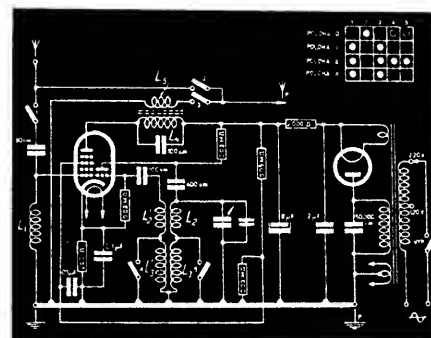


Radioklub v Karlíně měl první přednášku na toto téma s předvedením přístrojů ku dosažení silného a čistého příjmu. Přednášející předvedl 3 druhy přístrojů: 1. Přijímače s plným využitím detekce a s pokud možno bezdrátovou konstrukcí přístroje (v tomto případě detektoru). 2. Mikrofonní zesilovače. 3. Kombinace obou typů.

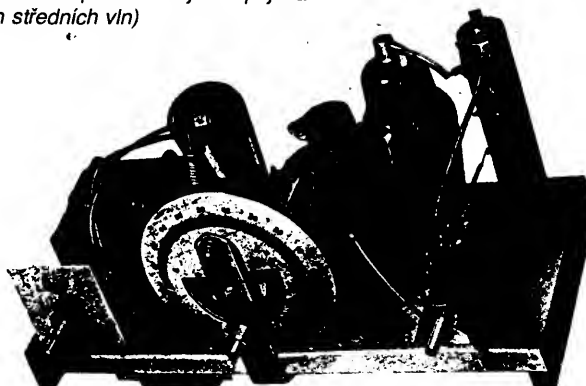


Obr. 22. Sestava a zapojení elektromechanického zesilovače nízkofrekvenčního signálu

i s přímozesilujícími středovlnnými přijímači. Velkovýrobci, vědomi si této potřeby, se však rychle přizpůsobili a do radiopřijímačů rozsah krátkých vln začali zapojovat. Konvertory proto byly jen přechodnou záležitostí.



Obr. 23. Krátkovlnný konvertor s výstupem na anténní zdítku přímozesilujícího přijímače (rozsah středních vln)



levné pořizovací ceny i menší spotřeba drahého proudu. Uvážíme-li, že jen žhavení tří „lamp“ se pohybovalo mezi 5 až 15 wattů a celková anodová ztráta včetně usměrňovače reprezentovala až i několik desítek wattů, nebyl několikahodinový denní provoz při ceně 4 Kč za 1 kWh ve třicátých letech právě levnou zábavou. U přijímačů na baterie to bylo ještě mnohem horší. Proto se pro žhavení elektronek používal téměř výlučně akumulátor. Anodová baterie (anodka), aby vydržela nějaký čas provozu, byla rozměrná, sestavená z článků používaných pro ploché baterie. Elektronkové zesilovače tak byly drahé nejen cenou, ale i provozem. Někteří radioamatéři se proto snažili získat výkonnější signál jednoduššími a méně ztrátovými cestami. Poslech na sluchátka, který připoutával posluchače k místu u přijímače, nebyl tím vyhovujícím řešením.

### Neběžné konstrukce

Jedna z pozoruhodných konstrukcí, která se v polovině třicátých let objevila, byl i „staro-nově“ zapojený elektromechanický zesilovač. Před vynálezem triody se jej někdy používalo k zesílení příjmu radiotelegrafie. Základem zesilovače bylo pevné propojení sluchátka a uhlíkového mikrofonu, kde membrána sluchátka byla zároveň i membránou mikrofonu. Ten byl zapojen v sérii buď s dalším sluchátkem, nebo obdobnou kombinací, případně „vysokoohmovým amplionem“ a napájecí baterií (obr. 22). Zkreslení při dvojitupňovém „zesílení“ však bylo nemalé, proto se zesilovač i přes svůj bezdrátový a hlasitý provoz neujal. Pro radost

s úspěchu a možnosti přednést širšímu okruhu zvědavců poslech rozhlasu i v místech, kde ještě nebyl jediný hlasitě hrající „radioaparát“, to však v té době postačovalo. Některé zájemce to i „chytlo“ a radiotechnikou se začali více zabývat.

Rozrůstající se obec radioamatérů-vysílačů, nesmiřitelně rozdělených (a dodnes se vzájemně hašteřících) do spolků KVAČ a SKEČ, vyžadovala pro své začínající – posluchače na amatérských pásmech (ale nejen těch) – přijímače s rozsahem krátkých vln. Těch však nebylo mnoho, proto se ve druhé polovině třicátých let objevují různé návody na krátkovlnné konvertory (obr. 23), které umožňovaly příjem v těchto pásmech

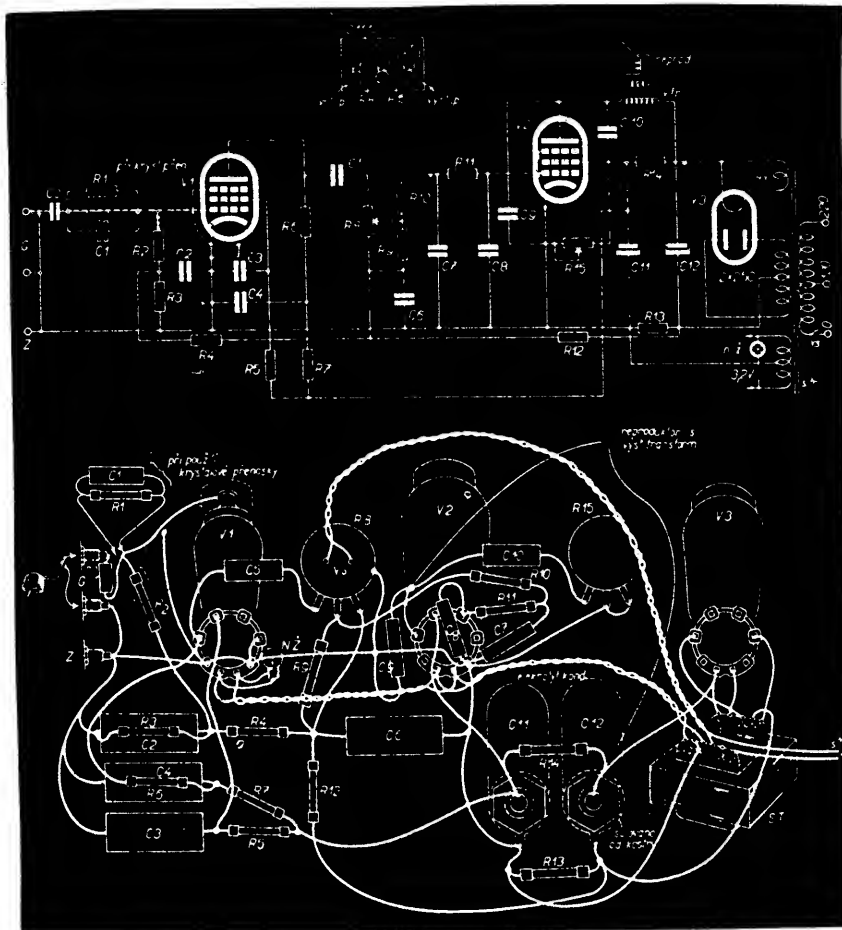
## Čtyřicátá léta

Koncem třicátých a začátkem čtyřicátých let začínají mít evropští výrobci radiotechniky jiné starosti. Pod válečným tlakem německého pangermanství mění průmyslový vývoj i výroba v některých zemích svoji orientaci na speciální (armádní) produkci. Zaměřují se na výrobu rádiových pojtek pro různé druhy spojení ve vojenském použití a také na přístrojovou elektroniku. Protože je v průběhu války zakázán pod hrozbou trestu smrti příjem zahraničního vysílání v české řeči, zaměřují se zbylí výrobci radiopřijímačů i radioamatéři více než na citlivost na vylepšování nízkofrekvenčních a koncových stupňů, aby se zvětšila i dynamika přednesu. V časopisu Radio-Amatér (od poloviny roku 1943 Radio – Technik) z té doby se objevují kromě přijímačů (obr. 24) různé zapojené



Obr. 24. Část titulní stránky časopisu

zesilovače s korekcemi (obr. 25) a oblíbené dvojitě zapojené (push-pull) koncové stupně s výstupními výkony až i několik desítek wattů. V oblíbené také zůstávají i přijímače s malou spotřebou proudu a úsporné přijímače bateriové s novými elektronkami řady D se zmenšeným žhavicím proudem, i různá provedení krystalek. Někteří radioamatéři riskují a potají instalují do svých přijímačů cívky pro rozsahy krátkých vln, které předtím „radiotechnické služby“ na základě říšského nařízení, z přijímačů „vyštípaly“. Z londýnské BBC byl také vyslán návod pro majitele přímotesilujících (a některých dalších) přijímačů, jak u nich dosáhnout pomocí cívky s asi 10 závitů měděného drátu, připojené mezi anténní a zemní zdířku, příjmu na krátkých vlnách (cívčkám se říkalo čerčilky – Churchill). Aby však byl u takto upraveného přijímače možný příjem zahraničního vysílání, bylo nutno připojit dobrou mnohametrovou anténu. Přitom však na každém rozhlasovém přijímači musela být na viditelném místě zavěšena úřední cedulka, upozorňující na zákaz poslechu zahraničního vysílání pod hrozbou trestu smrti. Dlouhá anténa proto musela být vhodně ukrytá, aby neupo-



Obr. 25. Zesilovač pro gramofon – schema a montážní plán („drátovačka“)

zorňovala, že její majitel přijímá více než jen povolené protektorátní či říšské vysílání.

Neslavný konec velkoněmecké říše zanechal radioamatérům bohatou zeň kořistiho materiálu. Ještě koncem čtyřicátých let bylo možno vidět u některých našich měst haldy vojenské techniky, hlavně trosky letadel, kde se dalo najít množství radiopřístrojů a další elektroniky, dnes tak vyhledávané a dobře placené německými sběrateli. Návod na stavbu přijímačů z inkurantních (Wehrmacht) elektronek (typ RV aj.) bylo možné nalézt v Amatérském rádiu ještě koncem padesátých let.

Po válce u nás postupně docházelo k řadě změn i v radiotechnickém průmyslu. Bývalé německé podniky, či podniky s německou účastí přešly pod národní správu, později se celá radiotechnická výroba postupně monopolizuje v rámci, tehdy národního podniku TESLA. Podniky pod správou státu ještě nějaký čas pokračovaly ve výrobě přijímačů, které byly na tehdejší evropské úrovni. Tak např. bývalý výrobce Philips – TESLA Praha Hloubětín – „dojžděl“ výrobu superhetů Phileta, Šariš a dalších, firma Tungsram – TESLA Bratislava – zase superhetu T444, T466 (šlo o přijímače s elektronkami řady U21). Bohužel, tyto přijímače byly sestavovány i ze součástek, které se u nás buď nevyroběly vůbec, nebo s použitím zahraničních komponentů.

Následnou monopolizací podnikem TESLA však výroba těchto přijímačů postupně zanikala. TESLA Hloubětín se zaměřila na výrobu vysílačů. TESLA Bratislava přišla v r.

1948 s výrobkem, jak se tehdy prohlašovalo, z ryze našich součástek, přímotesilujícím zpětnovazebním dvoulampovým přijímačem T713. Byl to bohužel značný skok zpět, který se již nikdy našemu průmyslu nepodařilo překlenout. Pouze TESLA Kolín ještě v téže době zahájila výrobu velmi oblíbeného a v mnoha variantách a řadu let v Čechách vyráběného superhetu Talisman. Ale i jeho výroba nakonec byla předána rodícímu se podniku TESLA v Nižné na Orave, který se později stal největším československým výrobcem televizorů. Počátkem padesátých let se začíná i bratislavská výroba přijímačů plněji modernizovat návratem

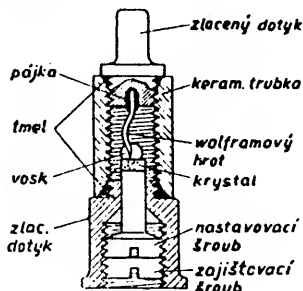


Obr. 26. Jedna z prvních amerických „bez-paticových“ elektronek, které se v padesátých a dalších dvou desítkách let staly v celém světě nejpoužívanějšími

## Krystalový detektor znovu žije

Krystalový detektor byl do nedávna považován za součást patřící jednou provždy minulosti, do sousedství kohererů v technickém muzeu. Při intenzivním výzkumu čin vln během války začali však angličtí i američtí technici hledat dokonalý detektor pro tyto velmi vysoké frekvence. Ani nejlepší speciální diody neusměrňují totiž pod 10 cm a klystron má příliš velký šumový odpor — a tak přišel zase ke cti „krystal“. Pracuje spolehlivě až do 30 000 Mc/s, ( $\lambda = 1$  cm), nepotřebuje pomocných zdrojů, má velmi malý šum a malou vnitřní kapacitu (0,5 až

1N21B



3 pF). Jeho zevnějšek prodělal ovšem pronikavé změny. Dnes se podobá čtvrtwattovému odporu. Jako usměrňující krystalické látky se používá buď silicónu (karborundum?) nebo germania s přísadkou spec. sensibilizátorů, jako dotyku krátkého tvrdého drátku wolframového. Celek je uložen v keramické trubici. Při montáži se nastaví šroubem jednou provždy citlivé místo a optimální tlak hrotu. Díky dokonalé konstrukci je detektor zcela stabilní, vzdorný proti chvění, ořesům a nárazům, i proti změnám teploty (—40 až +70 stupňů C).

Obr. 27. Americká hrotová polovodičová detekční dioda pro velmi vysoké kmitočty z první poloviny čtyřicátých let

k superhetům s univerzálními elektronkami řady U21 (bez transformátoru, přímo na síť) přijímačem Vltava.

Amerika, nepoznamenaná válkou (spíše naopak), výzkumem i výrobou pro vojenské akce posunutá v technice mnohem dál, miniaturizuje a subminiaturizuje elektronky (obr. 26) a nezadržitelně se blíží polovodičové revoluci. Tuto skutečnost nepřímo, bez znalosti budoucího vývoje, podhaluje i článek uveřejněný v srpnovém čísle Radioamátéra z roku 1946 s názvem „krystalový detektor znovu žije“ (obr. 27). A tak zatím co u nás politicky prověřeni technici oprašují zpětnovazební „dvojku“, abychom i v radiotechnice drželi krok s technickou úrovní našich nových „přátel“, Američané již mají za sebou první pokusy s hrotovými tranzistory a začínají je uplatňovat v nf zesilovačích. Rovněž někteří západoevropští výrobci se začínají výzkumem polovodičových prvků intenzivně zabývat.

To však je již historie nového oboru, kdy se radiotechnika mění v mnohem rozsáhlejší elektroniku, která, jak dnes vidíme, zasahuje téměř do všech oborů lidské činnosti a jejíž rozmach ještě zdaleka není ukončen.

### Použitá literatura:

Staré ročníky časopisu Radioamátér.

Daneš, J.: Za tajemstvím éteru. Praha, NADAS 1985.

## Termosférický vliv na chování ionosféry

Na XXIII. valném shromáždění Mezinárodní unie pro vědeckou radiotechniku (U.R.S.I.), které se konalo v září 1990 v Praze, přednesl Henry Risbeth, profesor fyziky na univerzitě v Southamptonu, přednášku o způsobech, jak termosférické parametry ovlivňují chování ionosféry, zvláště vrstvy F, s odhadem časových činitelů. Probral také otázku, zda tyto vlivy by bylo možno použít pro předpovědi výskytu vrstvy E<sub>s</sub>. Profesor Risbeth je předsedou ionosférické komise U.R.S.I.

Literatura o působení termosféry na chování ionosféry:

Risbeth, H.: F-region storms and thermospheric circulation.

Ve sborníku: Electromagnetic Coupling in the polar clefts and caps. Vydavatelé P.E. Sandholt a A. Egeland, Kluwer Academic Publishers 1989, s. 393 až 406.

## Morfologie vrstvy Es

Ve sborníku ze semináře o šíření rádiových vln pro britské pracovníky v oboru přidělování kmitočtů, vydaném r. 1989 a přetištěném r. 1991, se uvádí definice druhů vrstvy E<sub>s</sub>, která snad objasní další okolnosti, týkající se této vrstvy:

Sporadická (mimořádná) vrstva E, zkráceně E<sub>s</sub> je všeobecný výraz pro tenké vrstvy atmosféry se zvýšenou ionizací, které se vyskytují kolem 100 až 120 km výšky, obvykle dosti nepravidelným způsobem, který se nedá podrobně předvídat. Jsou v praxi důležité, neboť mají často dostatečnou hustotu, aby velmi vážně působily na šíření. Z čistě

popisného hlediska se definuje asi deset druhů E<sub>s</sub>, odlišných svými projevy v ionogramech. Avšak jsou snad jen tři základní druhy z fyzikálního hlediska:

a) Vrstvy E<sub>s</sub> ve středních zeměpisných šířkách, někdy značně hustší než normální vrstva E, či dokonce vrstva F2, o nichž se soudí, že jsou způsobeny „nůžkovitými“ nárazy větru (malými gradienty rychlosti větru). Tento vítr spolu s geomagnetickým polem působí tak, že stlačuje kovové ionty s velkou životností do tenkých vrstev, obvykle asi 1 km tlustých a na rozloze několika set kilometrů čtverečních.

b) V „elektrotrysku“, který se tvoří ve dne kolem rovníky magnetické inklinace, se vytvářejí nestability plazmatu, způsobující „rovníkovou“ E<sub>s</sub>.

c) V oválu polární záře jsou vrstvy E<sub>s</sub> způsobeny nárazy elektronů s velkou energií (keV), zvláště v obdobích polárních podbourní.

Literatura:

Hall, M.P.M.; Barclay, Z.W.: Radiowave propagation, Londýn 1989, s. 91

OK1WI

## Vícenásobná pojistka

Na trhu elektroniky se objevila nová zajímavá součástka s názvem „multifuse“ firmy BOURNS — vícenásobná pojistka, která vypíná jistiň obvod při překročení požadovaného proudu podle typu od 0,2 do 8 A a pro napětí 30 ev. 60 V a speciální typy i pro menší nebo i vysoká napětí až do 250 V. Po vypnutí se do původního (vodivého) stavu vrací asi do 20 s. Typický průchozí odpor, způsobující výkonovou ztrátu na tomto prvku, je např. pro 0,5 A: 0,75 Ω, pro 5 A: 0,01 Ω. Ve Vídni je seženete včetně aplikačních listů na Blindengasse 36.

QX

## Firma ELEKTROSONIC nabízí radioamatérům

### Stavební návod

### BAREVNÁ HUDBA S DIGITÁLNÍM PROVOZEM za 49,- Kčs

Ke stavebnímu návodu lze přiojednat plošný spoj, skříňku, příp. kompletní stavebnici. Jde o zapojení s velkou vstupní citlivostí řízené libovolným zdrojem nf-signálu nebo vnitřním sekundovým impulsem. Zapojení nezatěžuje zdroj signálu ani jej neruší. Tento stavební návod (II. vydání 1992) zahrnuje veškeré výkresy, rady a doporučení, jak s úspěchem stavbu realizovat. Je vhodný i pro začínající radioamatéry. Tisk je barevný.

ELEKTROSONIC, Železničářská 59, PLZEŇ-Doubravka  
Telefon: 019/669 69

**OPRAVUJI  
REPRODUKTORY  
všech výrobců  
Vadné cívky  
— guma. Poštou,  
dobírkou. M. Led-  
vinka, Na vysočině  
664, 104 00 Praha  
10 — Uhřetěves.**

### MECHANICKÉ DÍLY PRO ELEKTRONIKU

#### > Přístrojové skříňky <

základní řada v nejžádanějších velikostech

základní řada s úpravou dle požadavku odběratele

zákaznický typ dle zadání odběratele

#### > Stínicí kryty pro VF techniku <

#### > Mechanické konstrukční prvky <

subpanely, distanční sloupky, úhelníky atd.

VYRÁBÍ A DODÁVÁ

AH TECHNIK, v.d., Chřibská 523, 182 00 Praha 8

tel/záznam: (02) 86 06 62, tel/fax: (02) 84 75 09